

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки 15.03.01 «Технология машиностроения»
Кафедра «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации «бакалавр»

Тема работы	
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА K750Ю.09.01.010СБ	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А21	Иванов Сергей Евгеньевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.В.Вальтер	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Д.Н. Нестерук	к.п.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	В.А. Портола	д.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.А. Ласуков	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.А. Моховиков	к.т.н.		

Юрга – 2016 г.

Запланированные результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
Р1	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
Р7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
Р8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения
Р9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
Р12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
Р13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Р4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
Р5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
Р6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
Р14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки 15.03.01 «Технология машиностроения»
Кафедра «Технология машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ А.А. Моховиков
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10A21	Иванов Сергей Евгеньевич

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА
K750Ю.09.01.010СБ

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№29/С от 29.01.2016г
Срок сдачи студентом выполненной работы:	17.6.2016 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Чертёж детали, годовая программа выпуска 5350 шт.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	Разработка технологического процесса изготовления корпуса K750Ю.09.01.010СБ Конструирование станочного сверлильно-фрезерного приспособления. Расчёт себестоимости изготовления детали. Рассмотрение вопросов по обеспечению безопасности в процессе производства детали.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	ФЮРА.А21087.001 Корпус ФЮРА.А21087.002СБ Корпус

	ФЮРА.А21087.003 Карты наладок ФЮРА.А21087.004СБ Приспособление ФЮРА.А21087.005Карты наладок
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Д.Н. Нестерук
«Социальная ответственность»	д.т.н., В.А. Портола
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	08.02.2016
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	А.В. Вальтер	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А21	Иванов Сергей Евгеньевич		

РЕФЕРАТ

Дипломная работа содержит 97 страниц, 13 рисунков, 27 таблиц, 1 приложение, 9 листов графического материала.

Ключевые слова: КОРПУС, СЛЕСАРНАЯ, СВЕРЛИЛЬНО-ФРЕЗЕРНО-РАСТОЧНАЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ФРЕЗА, СВЕРЛО, ЗАГОТОВКА.

Целью проектирования является разработка технологического процесса механической обработки изделия корпус.

Тема выпускной квалификационной работы "Проект технологического процесса изготовления изделия корпус 09.01.010СБ изделия K750Ю".

ВКР содержит следующие главы: введение, расчёты и аналитика, финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, социальная ответственность.

В технологической части изложено описание последовательности технологического процесса, расчетов припусков, расчетов режимов резания и норм времени.

В конструкторской части приведены описания и расчет приспособлений, режущего и мерительного инструмента.

В организационной части приведены расчеты количества оборудования, числа рабочих.

В экономической части рассчитаны технико-экономические показатели, а также экономический годовой эффект.

В разделе социальная ответственность освещены вопросы безопасности работы на участке и меры предупреждения опасных производственных факторов.

В графической части изображены чертеж детали совместно с заготовкой, чертежи приспособлений, карты наладок на операции 035 и 070 технологического процесса.

ABSTRACT

The degree project contains 94 pages, 13 drawing, 26 tables, 1 application , 9 sheets of graphic material.

Keywords: HULL, LOCKSMITHING, DRILLING-MILLING-BORING, BASE, TECHNOLOGICAL PROCESS, FIXTURE, CUTTER, DRILL, BLANK.

The purpose of the research is to develop a technological process of machining the product corps.

The theme of the degree project is "Project of a technological process of manufacturing product corps 09.01.010SB of K750YU" .

The degree project consists of: Introduction, Technological Part, Design Part, Organizational Part, Economic Part, Labor Protection and Life Safety Part.

The Technological Part describes sequence of the process, allowances, calculation of cutting conditions and standards of time.

The Design Part presents descriptions and calculation tools, cutting and measuring tools.

The Organizational Part includes evaluations of the number of equipment, as well as the number of workers.

In the Economic Part technical and economic indicators are designed, as well as annual economic effect.

The Labor Protection and Life Safety Part In highlights the issues of labor security on a site and safety hazards prevention measures.

The Graphic Part presents drawings of details, cutting and measuring instruments.

ОГЛАВЛЕНИЕ

		Введение	11
1		Расчеты и аналитика	12
	1.1	Технологическая часть	13
	1.1.1	Служебное назначение изделия	13
	1.1.2	Производственная программа и определение типа производства	14
	1.1.3	Анализ действующего технологического процесса	15
	1.1.4	Отработка конструкции на технологичность	19
	1.1.5	Выбор заготовки и метода её изготовления	22
	1.1.6	Составление технологического маршрута обработки	24
	1.1.7	Выбор технологических баз	28
	1.1.8	Выбор средств технологического оснащения	35
	1.1.9	Расчёт припусков на механическую обработку	43
	1.1.10	Расчет режимов резания	45
	1.2	Разработка конструкции	63
	1.2.1	Обоснование и описание конструкции	63
	1.2.2	Расчет приспособления на точность	64
	1.2.3	Расчёт силы зажима изделия	65
	1.3	Организационное проектирование	66
	1.3.1	Нормирование технологического процесса	66
	1.3.2	Расчет потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки	70
2		Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	73
	2.1	Расчет объема капитальных вложений	75
	2.1.1	Расчет стоимости технологического оборудования	75
	2.1.2	Расчет стоимости вспомогательного оборудования	76
	2.1.3	Расчет стоимости инструментов, приспособлений	76
	2.1.4	Расчет стоимости эксплуатируемых помещений	76
	2.1.5	Расчет стоимости оборотных средств	77
	2.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве	77
	2.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции	78
	2.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности	78
	2.1.9	Денежные оборотные средства	78
	2.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	78
	2.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	78
	2.2.2	Расчет заработной платы производственных рабочих	79
	2.2.3	Отчисления на социальные нужды	97

					ФЮРА.А21087.000 ПЗ								
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата									
Разраб.		Иванов			Разработка технологического процесса изготовления корпуса К750Ю.09.01.010				Лит.	Лист	Листов		
Провер.		Вальтер									8	97	
Реценз.									ЮТИ ТПУ Гр. 10А21				
Н. Контр.		Ласуков											
Утверд.		Моховиков											

ФЮРА.А21087.003 Карта наладки

ФЮРА.А21087.004Приспособление вертикально-
фрезерное

ФЮРА.А21087.005Карта наладки Файл Наладка2.cdw

Приложение А Карты наладок

					ФЮРА.А21087.000 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – одна из ведущих отраслей народного хозяйства. Задачей машиностроения является создание совершенных конструкций машин и передовой технологии ее изготовления. Объем продукции должен увеличиваться за счет автоматизации и механизации производства. Основное направление в развитии технического процесса – это создание принципиально новых технологических процессов производства и замена существующих процессов более точными и экономичными. Главное внимание уделяется вопросам сокращения сроков подготовки и повышению качества продукции машиностроения, в значительной степени качество и технико-экономические показатели выпускаемой продукции зависят от подготовки производства, важной составной частью которой является проектирование технологических процессов.

Целью, данной квалификационной работы является, разработка технологического процесса изготовления корпуса модуля сопряжения.

При изготовлении корпуса будет использоваться современное высокопроизводительное оборудование и инструмент, специальное приспособление.

В соответствии с поставленной целью в процессе разработки технологического процесса выделяют следующие задачи:

- развитие и закрепление навыков ведения самостоятельной работы творческой инженерной работы;
- овладение методикой проектирования технологических процессов механической обработки;
- приобретение опыта анализа существующего технологического процесса;
- приобретение опыта в конструировании приспособлений;
- овладение технико-экономическим анализом принимаемых решений;
- развития навыков самостоятельной защиты принимаемых технических решений.

1 РАСЧЁТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10А21

С.Е. Иванов

(Подпись)

(Дата)

Руководитель
к.т.н., доцент кафедры ТМС

А.В. Вальтер

(Подпись)

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент кафедры ТМС

А.А. Ласуков

(Подпись)

(Дата)

1.1 Технологическая часть

1.1.1 Служебное назначение изделия

Изделие корпус K750Ю.09.01.010СБ входит в состав очистного комбайна K750Ю, который по своей характеристике представляет собой высокопроизводительную горную машину, предназначенную для высокопроизводительных очистных забоев. Комбайн предназначен для двухсторонней безнишевой выемки угля.

Деталь “Корпус” K750Ю.09.01.010 СБ является основным элементом сборки “Редуктор” K750Ю.09.01.000 СБ, в который в дальнейшем устанавливаются: вал-шестерни, колесо цевочное, предназначенные для поворота щита погрузочного.

К основным поверхностям детали относятся: отверстия диаметром 72Н7 мм, диаметром 75Н7 мм, диаметром 80Н7 мм, диаметром 90Н7 мм, в которые устанавливаются подшипники; отверстие диаметром 98Н9 мм, в которое устанавливается крышка. Четыре отверстия диаметром 17,5 мм предназначены для заливки и слива масла из редуктора. В отверстие диаметром 17,5 мм устанавливается шланг для подачи воды к форсунками, предназначенным для пылеподавления и искрогашения.

Корпус изготавливается из стали 12ДХН1МФЛ ГОСТ 977-88. Химический состав стали приведен в таблице 1.1, механические свойства стали представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 12ДХН1МФЛ ГОСТ 977-88

Химический состав, %										
C	Si	Mn	Cr	S, не более	P, не более	Cu	Mo	V	Ni	Fe
0.1-0.18	0.2-0.4	0.3-0.55	1,2-1,7	0.03	0.03	0,4-0.65	0,2-0.3	0,08-0.15	1,4-1,8	96

Таблица 1.2 – Механические свойства отливок ГОСТ 977-88

Механические свойства отливок ГОСТ 977-88							
Термообработка	Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_{σ}	δ_5	ψ	$K_{СИ},$ $кДж/м^2$	НВ
		МПа		%			
		не менее					
Нормализация, отпуск	200	735	981	10	20	294	217- 269

Технологические свойства:

- свариваемость – без ограничений;

- коэффициент обрабатываемости резанием из быстрорежущей стали и твердого сплава $K_v = 1,3$;

-склонность к отпускной хрупкости – не склонна.

1.1.2 Производственная программа и определение типа производства

В соответствии с заданием на курсовой проект количество обрабатываемых в год деталей равно 5350 штук

Полученные значения сведены в таблицы 1.3 и 1.4.

Таблица 1.3 – Годовая программа выпуска изделий

Наименование изделия	Характеристика, модель	Число изделий на программу	Масса, т	
			изделия	на годовую программу
Корпус	K750Ю.09.01.011	5350	0,06735	360,32

Таблица 1.4 – Подетальная годовая производственная программа

№ чертежа	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, т	
					на основную программу	на запасные части	всего	детали	На программу с запасными частями
K750.09.01.011	Корпус	Сталь 12ДХН1МФЛ	1	7	5000	350	5350	0,06735	360,3225

В соответствии с [1] назначаем среднесерийный тип производства, т.к. годовая программа выпуска деталей от 5000 до 10000 шт.

В этой части дипломной работе тип производства определён приближённо, используя. В дальнейшем после разработки технологических процессов сборки и изготовления детали серийность производства будет уточняться. Уточнение производится по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004-83.

Для серийного определяется размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (1.1)$$

где N – годовая программа, шт;

a – период запуска в днях;

F – число рабочих дней в году.

$$n = \frac{5350 \cdot 6}{247} = 130 \text{ шт.}$$

1.1.3 Анализ действующего технологического процесса

Базовый технологический процесс изготовления корпуса K750Ю.09.01.011 - единичный, пооперационный разработан для мелкосерийного производства, способ получения заготовки – отливка.

Данный способ экономически оправдан в условиях мелкосерийного производства. Конструкция, назначение детали метод ее получения и точность позволяет исключить обработку наружных поверхностей, кроме базовых плоскостей.

Базовый технологический процесс имеет структуру, представленную в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Технологический процесс механической обработки корпуса

Операция	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент
1	2	3
005	Фрезерная ИОТ № 6-06, 90-06 Фрезеровать прибыли согласно эскизу	Станок 6620; Болты, планки, подкладки Фрезерная головка
010	Слесарная ИОТ № 410-06, 90-06 Снять заусенцы	
015	Разметочная ИОТ № 337-06, 90-06 Разметить корпус согласно эскизам. Кернить разметку	Плита разметочная
020	Фрезерная ИОТ № 6-06, 90-06 Фрезеровать плоскость в размер 190 ± 1 мм Фрезеровать 2 лыски выдерживая размеры согласно эскизам	Станок 6620; Болты, планки, подкладки Фрезерная головка, концевая фреза
025	Слесарная ИОТ № 410-05, 90-06 Снять заусенцы	
030	Фрезерная ИОТ № 6-06, 90-06 Фрезеровать плоскость в размеры, согласно эскизу	Станок 6620; Болты, планки, подкладки Фрезерная головка
035	Слесарная ИОТ № 410-06, 90-06 Снять заусенцы	
040	Фрезерная ИОТ № 6-06, 90-06 Фрезеровать торец в размеры, согласно эскизу	Станок 6620; Болты, планки, подкладки Фрезерная головка

045	Слесарная ИОТ № 410-06, 90-06 Снять заусенцы	
-----	---	--

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3
050	Разметочная ИОТ № 337-06, 90-06 Разметить корпус согласно эскизам. Кернить разметку	Плита разметочная
055	Фрезерная ИОТ № 6-06, 90-06 Фрезеровать пазы по разметке в размеры согласно эскизам	Станок 65А60; Болты, планки, подкладки Концевая фреза 32x110
060	Слесарная ИОТ № 410-06, 90-06 Снять заусенцы	
065	Расточная ИОТ № 14-08, 90-06 Центровать 4 отв. согласно эскизу Сверлить 4 отв. Ø22 мм согласно эскизам Рассверлить 4 отв. Ø50 мм согласно эскизам Расточить последовательно отв. Ø63 ⁺¹ мм, Ø70 ⁺¹ мм, Ø113 ⁺¹ мм, R72±0,5 мм выдерживая размеры согласно эскизам Расточить последовательно отв. Ø65 ⁺¹ мм, Ø73 ⁺¹ мм, R47±0,5 мм	Станок 2А622Ф2; Болты, планки, подкладки Сверло центровочное, сверло Ø22 мм, сверло Ø50 мм, расточная оправка
070	Расточная ИОТ № 14-08, 90-06 Фрезеровать торец в размеры согласно эскизу	
075	Слесарная ИОТ № 410-06, 90-06 Снять заусенцы	
080	Расточная ИОТ № 14-08, 90-06 Центровать отв. согласно эскизам Сверлить отв. Ø20 мм согласно эскизу Фрезеровать паз выдерживая размеры согласно эскизам Разметить паз в размер 40 мм Фрезеровать паз в размер 40 мм согласно эскизам Фрезеровать в пазу R20 мм, выдерживая размер 80 ⁺¹ мм согласно эскизам Фрезеровать фаску под углом 45°, выдерживая размер 15±1 мм	Станок 2А622Ф2; Болты, планки, подкладки Сверло центровочное, сверло Ø20 мм, фреза концевая, фреза угловая
085	Слесарная ИОТ № 410-05, 90-05 Снять заусенцы	
090	Фрезерно-расточная ИОТ № 149-	Станок UNIONKCU150;

	07, 90-06 Обработать корпус по программе	Болты, планки, подкладки Фреза Ø160 мм, фреза Ø63 мм, фреза Ø32 мм, фреза Ø60x90°,
--	---	--

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3
		сверло центровочное, сверло Ø26 мм, сверло Ø10,2 мм, зенковка Ø31,5x90°, сверло Ø31 мм, сверло Ø18,5 мм
095	Слесарная ИОТ № 410-05, 90-05 Снять заусенцы	
100	Разметочная ИОТ № 337-06, 90-06 Разметить корпус согласно эскизам. Кернить разметку	Плита разметочная
105	Фрезерная ИОТ № 6-06, 90-06 Фрезеровать пазы по разметке в размеры согласно эскизам	Станок 65A60; Болты, планки, подкладки Концевая фреза 40x120
110	Слесарная ИОТ № 410-05, 90-05 Снять заусенцы	
115	Фрезерно-расточная ИОТ № 149-07, 90-06 Обработать корпус по программе	Станок UNIONKCU150; Болты, планки, подкладки Фреза Ø63 мм, фреза Ø50 мм, фреза шабрящая, сверло центровочное, сверло Ø14 мм, зенковка Ø31,5x90°.
120	Слесарная ИОТ № 410-05, 90-05 Снять заусенцы	
125	Фрезерно-расточная ИОТ № 149-07, 90-06 Обработать корпус по программе	Станок UNIONKCU150; Болты, планки, подкладки Фреза Ø160 мм, фреза Ø50 мм, фреза Ø63x240, фреза шабрящая, фреза Ø32 мм сверло центровочное, сверло Ø18,5 мм, зенковка Ø31,5x90°, резец.
130	Слесарная ИОТ № 410-05, 90-05 Снять заусенцы	
135	Фрезерно-сверлильная ИОТ № 14-08, 90-06 Фрезеровать карман в размеры согласно эскизам Центровать 2 отв. согласно эскизам Сверлить 2 отв. Ø22 мм согласно эскизу Рассверлить 2 отв. Ø30 согласно эскизу Подобрать дно в 2 отв Ø30 мм согласно эскизу	Станок 2A622Ф2; Болты, планки, подкладки Фрезерная концевая, сверло центровочное, сверло Ø22 мм, сверло Ø30 мм, сверло плоскозаточенное Ø30 мм

140	Слесарная ИОТ № 410-05, 90-05 Снять заусенцы	
-----	---	--

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3
145	Фрезерно-расточная ИОТ № 149-07, 90-06 Обработать корпус по программе	Станок UNIONKCU150; Болты, планки, подкладки Фреза Ø40 мм, фреза Ø25 мм, сверло центровочное, сверло Ø10,2 мм
150	Слесарная ИОТ № 410-05, 90-05 Снять заусенцы	
155	Фрезерно-сверлильная ИОТ № 14-08, 90-06 Центровать отв. согласно эскизам Центровать 2 отв. согласно эскизам Сверлить 2 отв. Ø17,5 мм согласно эскизам Цековать две выточки согласно эскизам Развернуть два отверстия Снять две фаски 1,6x45° Центровать отв. согласно эскизам Сверлить отв. Ø17,5 мм Цековать выточку согласно эскизам Развернуть отв. под резьбу Снять фаску 1,6x45° Центровать отв. согласно эскизам Сверлить отв. Ø17,5 мм Цековать выточку согласно эскизам Развернуть отв. под резьбу Снять фаску 1,6x45°	Станок 2А622Ф2; Болты, планки, подкладки Сверло центровочное, сверло Ø17,5 мм, цековка Ø36 мм, развёртка, зенковка
160	Сверлильная ИОТ № 5-06, 90-06 Сверлить отв. Ø22 мм согласно эскизу Рассверлить отв. Ø31 мм согласно эскизу Зенковать выточку согласно эскизу	Станок 2М55; Болты, планки, подкладки Сверло Ø22 мм, сверло Ø31 мм, зенковка Ø63
165	Слесарная ИОТ № 410-05, 90-05 Снять заусенцы, нарезать резьбу	
170	Контрольная	

В базовом технологическом процессе для обработки применяются как универсальные станки, так и станки с ЧПУ, универсальные приспособления. Широко применяется стандартный режущий инструмент: фрезы, сверла, а также и

специальный режущий инструмент. В качестве мерительного инструмента используются стандартный инструмент.

По ходу технологического процесса механической обработки, деталь базируется на черновые базы – необработанные плоскости. Далее обрабатываются базовые плоскости. Способ базирования при обработке точных поверхностей - на плоскости.

На основании анализа базового технологического процесса можно сделать следующий вывод:

- не применяется принцип концентрации операций и переходов, корпус обрабатывается на большом количестве операций с большим количеством переустановок;

- имеет место большая длительность и трудоемкость изготовления, т.к. при обработке применяются универсальные станки, используется низкопроизводительный режущий инструмент, большое количество стандартного мерительного инструмента, используется разметка.

При разработке курсовой работы необходимо использовать, по возможности, более современные станки, либо станки с ЧПУ, что позволит повысить точность и качество поверхности.

Возможно применение более прогрессивных конструкций режущих инструментов и инструментальных материалов.

1.1.4 Отработка конструкции на технологичность

1.1.4.1 Качественная оценка технологичности

Чертеж содержит все необходимые виды детали, а также разрезы и выносные элементы. Размеры на чертеже полностью определяют геометрическую форму и пространственное положение обрабатываемых поверхностей. Технические требования на чертеже полностью обоснованы. Точность размеров форм, шероховатость, взаимное расположение поверхностей достижимы в условиях реального производства и достигаются некоторым количеством последовательных операций с использованием стандартного и специального режущего инструментов и высокопроизводительного оборудования.

К положительным показателям технологичности можно отнести следующие признаки:

- рассматриваемая деталь относится к классу корпусных деталей. В качестве заготовки принята отливка в песчано-глинистые формы. Материал детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки;

- конструкция детали позволяет вести обработку плоскостей на проход;

- наружные поверхности детали имеют открытую форму;

- имеется возможность обработки наружных поверхностей и отверстий на станках с ЧПУ без переустановок;

- в конструкции детали присутствуют наклонные поверхности, но обработка их не требуется;

- точность размеров и формы, шероховатости, взаимного расположения поверхностей (соосность) соответствуют функциональному назначению детали;

- жесткость детали позволяет применить высокопроизводительные режимы резания.

К отрицательным показателям технологичности можно отнести следующие признаки:

- отсутствуют явные удобные базы для механической обработки;
- к некоторым обрабатываемым отверстиям отсутствует свободный доступ инструмента;
- деталь имеет отверстия, расположенные не под прямым углом к плоскости входа инструмента;
- корпус имеет глухие отверстия;
- некоторую трудоёмкость имеет выполнение паза;
- конструкция корпуса предусматривает обработку с сопрягаемой деталью.

Проведя качественный анализ технологичности детали, можно сделать вывод, что деталь является технологичной.

1.1.4.2 Количественная оценка технологичности

Для оценки технологичности детали по количественным показателям необходимо составить таблицу 1.6.

Таблица 1.6 – Поверхности детали

Наименование поверхности	Количество поверхностей, Q_3	Количество унифицированных элементов, $Q_{у.э}$	Квалитет точности	Параметр шероховатости, мкм
Ø70H14	2	2	14	12,5
Ø80H7	2	2	7	2,5
Ø75H7	2	2	7	2,5
Ø80H14	2	2	14	12,5
Ø90F8	2	2	8	1,6
Ø120H12	2	2	12	12,5
Ø80H12	2	2	12	12,5
Ø26H14	6	6	14	12,5
M16-7H	24	24	7	3,2
M12-7H	2	2	7	3,2
Ø40H14	6	6	14	12,5
M20-7H	2	2	7	3,2
M8-7H	8	8	7	3,2
Ø63 ⁺¹	1	-	14	12,5
Ø31	1	-	13	12,5

Коэффициент унификации конструктивных элементов детали:

$$K_y = \frac{Q_{y.э}}{Q_э}, \quad (1.2)$$

где $Q_{y.э}$ – количество унифицированных элементов;
 $Q_э$ – количество поверхностей.

Полученный результат должен быть больше 0,6.

$$K_y = \frac{62}{64} = 0,97.$$

По этому показателю деталь технологична, так как K_y больше 0,6.

Коэффициент использования материала [3]:

$$K_{и.м} = \frac{m_{д}}{m_з}, \quad (1.3)$$

где $m_{д}$ – масса детали, кг;

$m_з$ – масса заготовки, кг.

Полученный результат должен быть больше 0,7.

$$K_{и.м} = \frac{67,35}{94} = 0,7.$$

По этому показателю деталь технологична, так как $K_{им}$ больше 0,7.

Коэффициент точности обработки:

$$K_{т.ч} = 1 - \left(\frac{1}{A_{ср}} \right), \quad (1.4)$$

где $A_{ср}$ – средний квалитет точности.

Полученный результат должен быть больше 0,8.

$$A_{ср} = \frac{(n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19})}{\sum_{i=1}^{19} ni}, \quad (1.5)$$

где ni – число поверхностей детали точностью соответственно по 1...19-му квалитетам.

$$A_{ср} = \frac{17 \cdot 14 + 13 \cdot 1 + 4 \cdot 12 + 2 \cdot 8 + 40 \cdot 7}{64} = 9,29.$$

$$K_{т.ч} = 1 - \left(\frac{1}{9,29} \right) = 0,89.$$

Так как $K_{т.ч}$ больше 0,8, то деталь по этому показателю является технологичной.

Коэффициент шероховатости поверхности:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{ср}}, \quad (1.6)$$

где $B_{ср}$ – средняя шероховатость поверхности по Ra , мкм.

Полученный результат должен быть больше 0,32.

$$B = \frac{(0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 80n_{14})}{\sum_{i=1}^{14} ni}, \quad (1.7)$$

где $n_1; n_2; \dots; n_{14}$ – количество поверхностей, имеющих шероховатость, соответствующую данному числовому значению параметра R_a .

$$B_{\text{ср}} = \frac{22 \cdot 12,5 + 2 \cdot 6,3 + 36 \cdot 3,2 + 4 \cdot 2,5 + 2 \cdot 1,6}{64} = 6,5 \text{ мкм.}$$

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{6,5} = 0,15.$$

Поскольку $K_{\text{ш}}$ меньше 0,32, по этому показателю деталь нетехнологична.

Проведя количественный анализ технологичности детали, можно сделать вывод, что деталь является технологичной.

1.1.5 Выбор заготовки и метода её изготовления

При выборе заготовки для заданной детали назначаем метод её получения, определяем конфигурацию, размеры, допуски, припуски на обработку.

При проектировании заготовки учитываем, что она оказывает непосредственное влияние на возможность рационального построения технологического процесса обработки, способствует снижению удельной металлоёмкости изделий и снижению себестоимости.

Оптимальным вариантом для детали является метод получения заготовки – отливка, т. к. деталь крупногабаритная и сложной формы. Различают литьё в песчано-глинистые формы с ручной и машинной формовкой, литьё в кокиль, литьё по выплавляемым моделям, центробежное литьё и др.

При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассмотрим два альтернативных варианта. В первом случае заготовка получается литьём в песчано-глинистые формы с машинной формовкой, во втором случае литьём в песчано-глинистые формы с ручной формовкой. Данные варианты выбора методов получения заготовки основан на методе получения заготовки на базовом предприятии.

Используя рекомендации [2] и ГОСТ Р 53464-2009 проектируем заготовку.

Литьё в песчано-глинистые формы с машинной формовкой.

Материал – Сталь 12ДХН1МФЛ ГОСТ 977-88.

Класс размерной точности – 10.

Степень коробления элементов отливок – 7.

Степень точности поверхности – 16.

Шероховатость (R_a , мкм.) – 63.

Класс точности отливки по массе – 10.

Ряд припусков – 9.

Масса детали – 67,35 кг.

Результаты проектирования в таблице 1.7, причём, размеры заготовки округлены с учётом припуска в большую сторону с точностью 0,5 мм.

Таблица 1.7 – Размеры заготовки

Размер детали, мм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
1	2	3	4

276 _{-0,2}	5,5	287	±4,0
173±0,5	5,2	178,2	±3,6
14 _{-0,5}	3,3	17,3	±1,8
160 ^{+0,2}	5,2	154,8	±3,6
118 ^{+0,5}	4,9	108,2	±3,2
5 _{-0,5}	2,8	7,8	±1,4

Продолжение таблицы 1.7

1	2	3	4
114 ^{+0,5}	4,9	109,1	±3,2

Точность необрабатываемых стенок и ребер 10, по ГОСТ Р 53464-2009.

Неуказанные литейные радиусы внутренних углов от 10 до 15мм, наружных не более 5мм.

Формовочный уклон по ГОСТ 3212-80 тип I.

Масса заготовки равна 92 кг.

Определяем коэффициент использования металла:

$$K_{\text{им}} = \frac{67,35}{92} = 0,73.$$

Литье в песчано-глинистые формы с ручной формовкой.

Материал – Сталь 12ДХН1МФЛ ГОСТ 977-88.

Класс размерной точности – 12.

Степень коробления элементов отливок – 7.

Степень точности поверхности – 18.

Шероховатость (R_a , мкм.) – 100.

Класс точности отливки по массе – 12.

Ряд припусков – 11.

Масса детали – 67,35 кг.

Результаты проектирования в таблице 1.8, причём, размеры заготовки округлены с учётом припуска в большую сторону, с точностью 0,5 мм.

Таблица 1.8 – Размеры заготовки

Размер детали, мм	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Допуск на размер заготовки, мм
276 _{-0,2}	10,5	297	±8,0
173±0,5	9,8	182,8	±7
14 _{-0,5}	6,3	20,3	±3,6
160 ^{+0,2}	9,8	150,2	±7
118 ^{+0,5}	8,3	101,4	±6,4
5 _{-0,5}	5,3	10,3	±2,8
114 ^{+0,5}	8,3	105,7	±6,4

Точность необрабатываемых стенок и ребер 11, по ГОСТ Р 53464-2009.

Неуказанные литейные радиусы внутренних углов от 10 до 15мм, наружных не более 5мм.

Формовочный уклон по ГОСТ 3212-80 тип I.

Масса заготовки равна 99 кг.

Определяем коэффициент использования металла:

$$K_{\text{им}} = \frac{67,35}{99} = 0,68.$$

Выбор варианта производства заготовок

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок:

$$S_T = \frac{G_D}{K_{\text{им}}} \cdot [C_{\text{заг}} + C_c \cdot (1 - K_{\text{им}})], \quad (1.8)$$

где G_D – масса детали, кг;

$K_{\text{им}}$ – коэффициент использования материала;

$C_{\text{заг}}$ – удельная стоимость материала заготовки, руб/кг;

C_c – средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке, руб/кг.

По данным бюро ценообразования удельная стоимость материала заготовки для отливки из стали Сталь 12ДХН1МФЛ составляет:

$$C_{\text{заг}} = 31,84 \text{ руб/кг.}$$

В ценах 1991 г средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке составляет 0,495 руб/кг, принимая коэффициент инфляции равным 12, получаем:

$$C_c = 5,445 \text{ руб/кг.}$$

При литье в песчано-глинистые формы с машинной формовкой:

$$S_{T1} = \frac{67,35}{0,73} \cdot [31,84 + 5,445 \cdot (1 - 0,73)] = 3073,20 \text{ руб.}$$

Литье в песчано-глинистые формы с ручной формовкой.

$$S_{T2} = \frac{67,35}{0,68} \cdot [31,84 + 5,445 \cdot (1 - 0,68)] = 3326,14 \text{ руб.}$$

Экономический эффект:

$$\Delta = (S_{T2} - S_{T1}) \cdot N, \quad (1.9)$$

$$\Delta = (3326,14 - 3073,20) \cdot 5350 = 1353229 \text{ руб.}$$

Себестоимость литья в песчано-глинистые формы с машинной формовкой ниже, коэффициент использования материала выше. Учитывая эти факторы, в качестве заготовки выбираем литьё в песчано-глинистые формы с машинной формовкой.

1.1.6 Составление технологического маршрута обработки

Структура процесса механической обработки корпуса представлена в таблице 9.

Таблица 1.9 – Технологический маршрут механической обработки детали

№ операции	Наименование и содержание операции	Наименование оборудования
1	2	3
005	<p>Радиально-сверлильная Установ А</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сверлить отверстие диаметром $17,4^{+0,3}$ мм, глубиной 48мм мм. 2. Цековать отверстие в размеры 2 ± 1 мм, диаметром 52^{+1} мм. 3. Зенковать фаску $2\times 45^\circ$. 4. Нарезать резьбу М20-7Н. <p>Установ Б Повторить переходы 1-4.</p>	Радиально-сверлильный станок 2А55
010	<p>Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки</p>	Участок слесарный
015	<p>Вертикально-фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать поверхность на проход в размер 282 ± 1 мм. 2. Центровать 2 отверстия. 3. Сверлить 2 отверстия $\varnothing 13\text{Н}12$ мм. 4. Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 13,75\text{Н}10$ мм 5. Развернуть 2 отверстия $\varnothing 13,9\text{Н}9$ мм. 	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6Р13РФ3
020	<p>Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки</p>	Участок слесарный
025	<p>Сверлильно-фрезерно-расточная с ЧПУ Позиция I</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать поверхность в размеры $173\pm 0,5$ мм, $80^{+0,5}$ мм, $200^{+0,5}$ мм. 2. Фрезеровать поверхность в размер $14_{-0,5}$ мм. 3. Фрезеровать поверхность в размеры $15_{-0,5}$ мм, $R40^{+1}$ мм. 4. Фрезеровать паз в размеры $36\text{Н}9$ мм, $100\text{Н}14$ мм. 5. Центровать 2 отверстия. 6. Сверлить 2 отверстия диаметром $10,2^{+0,3}$ мм. 7. Нарезать резьбу М12-7Н. 	Сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500НС

	<p>8. Сверлить отверстие диаметром $31^{+0,4}$ мм на проход.</p> <p>9. Сверлить 4 отверстия диаметром 26H14 мм.</p> <p>10. Сверлить 2 отверстия Ø25H12 мм.</p> <p>11. Зенкеровать 2 отверстия Ø25,7H10 мм</p> <p>12. Развернуть 2 отверстия Ø26H9 мм.</p> <p>Позиция II Повернуть стол станка на 97°</p> <p>13. Центровать отверстие.</p> <p>14. Сверлить отверстие диаметром $17,5^{+0,3}$ мм.</p>	
--	---	--

Продолжение таблицы 1.9

1	2	3
	<p>15. Фрезеровать поверхность в размеры 5 ± 1 мм, диаметром 36^{+1} мм.</p> <p>16. Развернуть отверстие выдерживая размеры $17,5^{+0,28}$ мм, $1^\circ 47' 24''$.</p> <p>Позиция III Повернуть стол станка на 83°</p> <p>17. Центровать 2 отверстия.</p> <p>18. Сверлить 2 отверстия диаметром $17,5^{+0,3}$ мм.</p> <p>19. Фрезеровать 2 поверхности в размеры 5 ± 1 мм.</p> <p>20. Развернуть 2 отверстия выдерживая размеры $17,5^{+0,28}$ мм, $1^\circ 47' 24''$.</p> <p>21. Фрезеровать 6 поверхностей в размеры Ø40H14 мм, 30h14 мм.</p> <p>22. Фрезеровать паз в размеры 80^{+1} мм, $R20^{+0,5}$ мм, 30^{+1} мм.</p> <p>23. Фрезеровать фаску 45°.</p> <p>Позиция IV Повернуть стол станка на 83°</p> <p>Повторить переходы позиции II</p>	
030	<p>Слесарная</p> <p>Удалить заусенцы, притупить острые кромки</p>	
035	<p>Сверлильно-фрезерно-расточная с ЧПУ</p> <p>Позиция I</p> <p>1. Фрезеровать поверхность в размер $278 \pm 0,1$ мм.</p> <p>2. Фрезеровать 2 поверхности в размер $16^{+0,5}$ мм.</p> <p>3. Фрезеровать 2 поверхности в размер $30^{+0,5}$ мм.</p> <p>4. Фрезеровать поверхность в размер $60^{+0,5}$ мм.</p> <p>5. Фрезеровать поверхность в размер $80^{+0,5}$ мм.</p> <p>6. Фрезеровать 2 поверхности в размеры $5_{-0,5}$ мм, $48^{+0,5}$ мм, $114^{+0,5}$ мм, $10_{-0,5}$ мм, $118^{+0,5}$ мм.</p> <p>7. Центровать 3 отверстия.</p> <p>8. Сверлить 2 отверстия диаметром $10,2^{+0,3}$ мм.</p> <p>9. Нарезать резьбу M12-7H.</p> <p>10. Сверлить отверстие диаметром $17,5^{+0,28}$ мм.</p> <p>11. Развернуть отверстие выдерживая размеры $17,5^{+0,28}$ мм, $1^\circ 47' 24''$.</p> <p>Позиция II Повернуть стол станка на 180°</p> <p>12. Фрезеровать поверхность в размер $276_{-0,2}$ мм.</p>	<p>Сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500HS</p>

	13. Сверлить 4 отверстия диаметром 22Н14 мм.. 14. Расточить 4 отверстия диаметром 50Н12 мм 15. Расточить 2 отверстия диаметром 70Н11 мм. 16. Расфрезеровать две поверхности радиусом $75^{+0,5}$ мм, $R50^{+0,5}$ мм. 17. Расфрезеровать две поверхности диаметром $120^{+0,5}$ мм. 18. Расфрезеровать две поверхности диаметром $80^{+0,5}$ мм.	
--	---	--

Продолжение таблицы 1.9

1	2	3
	19. Центровать 20 отверстий. 20. Сверлить 20 отверстий диаметром $13,9^{+0,3}$ мм. 21. Фрезеровать резьбу в 22 отверстиях М16-7Н.	
040	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Участок слесарный
045	Радиально-сверлильная 1. Зенкеровать отверстие диаметром 63^{+1} мм, глубиной 25^{+1} мм. 2. Сверлить отверстие диаметром 20^{+1} мм.	Радиально-сверлильный станок 2А55
050	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Участок слесарный
055	Радиально-сверлильная Сверлить два отверстия диаметром 30^{+1} мм, глубиной 5^{+1} мм.	Радиально-сверлильный станок 2А55
060	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Участок слесарный
065	Сборочная 1. Установить крышку ФЮРАА21087.010. 2. Скрепить корпус ФЮРА.А21087.001 и крышку ФЮРА.А21087.010 технологическими болтами (винтами) М16, момент затяжки $M=210\pm10$ Нм. 3. Установить три штифта. 4. Испытать на прочность и герметичность давлением 6 МПа полость Ш, рабочей жидкостью. Время выдержки 3 мин. 5. Детали маркировать одним порядковым номером и применять совместно.	
070	Сверлильно-фрезерно-расточная с ЧПУ Позиция I 1. Сверлить 3 отверстия диаметром 24Н11 мм. 2. Зенкеровать 3 отверстия диаметром 24,7Н9 мм. 3. Зенковать 3 фаски. 4. Развернуть 3 отверстия предварительно диаметром 24,85Н8 мм 4. Развернуть 3 отверстия диаметром 25Н7 мм. 5. Расфрезеровать две поверхности диаметром	Сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500HS

161 ^{+0,5} мм.	
6. Расточить 2 отверстия предварительно диаметром 79,8H9 мм.	
7. Расточить 2 отверстия предварительно диаметром 89,8H9 мм.	
8. Развернуть 2 ступенчатых отверстия диаметром 80H7мм, диаметром 90H7мм, диаметром 98H9 мм.	
9. Центровать 16 отверстий.	
10. Сверлить 16 отверстий диаметром 8,5 ^{+0,3} мм.	

Продолжение таблицы 1.9

1	2	3
	11. Нарезать резьбу М10-7Н Позиция II Повернуть стол станка на 180° 12. Расточить 2 отверстия предварительно диаметром 74,8Н9 мм. 13. Расточить 2 отверстия предварительно диаметром 71,8Н9 мм. 14. Расточить 2 отверстия диаметром 80 ^{+0,74} мм. 15. Расточить 2 отверстия диаметром 89,8Н9 мм. 16. Развернуть 2 ступенчатых отверстий диаметром 75Н7мм, диаметром 72Н7мм, диаметром 90 ^{+0,1} _{+0,05} мм. 17. Центровать 8 отверстий. 18. Сверлить 8 отверстий диаметром 8,5 ^{+0,3} мм. 19. Нарезать резьбу М10-7Н.	
075	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Участок слесарный
080	Радиально-сверлильная Установ А Нарезать коническую резьбу К1/2''. Установ Б Нарезать коническую резьбу К1/2''. Установ В Нарезать коническую резьбу К1/2''.	Радиально-сверлильный станок 2А55
085	Слесарная Удалить заусенцы, притупить острые кромки	Участок слесарный
090	Контрольная	

1.1.7 Выбор технологических баз

005 Радиально-сверлильная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости. Закрепление заготовки осуществляется прихватами.

Погрешность базирования на размеры 55 мм и 2 мм равна 1 мм, что не превышает допуск на выполняемые размеры. На размер 35 мм равна 0, т.к. технологическая и измерительная базы совпадают, на размеры 48 мм и 28 мм равна

0, т.к. отверстия выполняются за один установ. На диаметральные размеры равна 0, т.к. выполняются осевым инструментом.

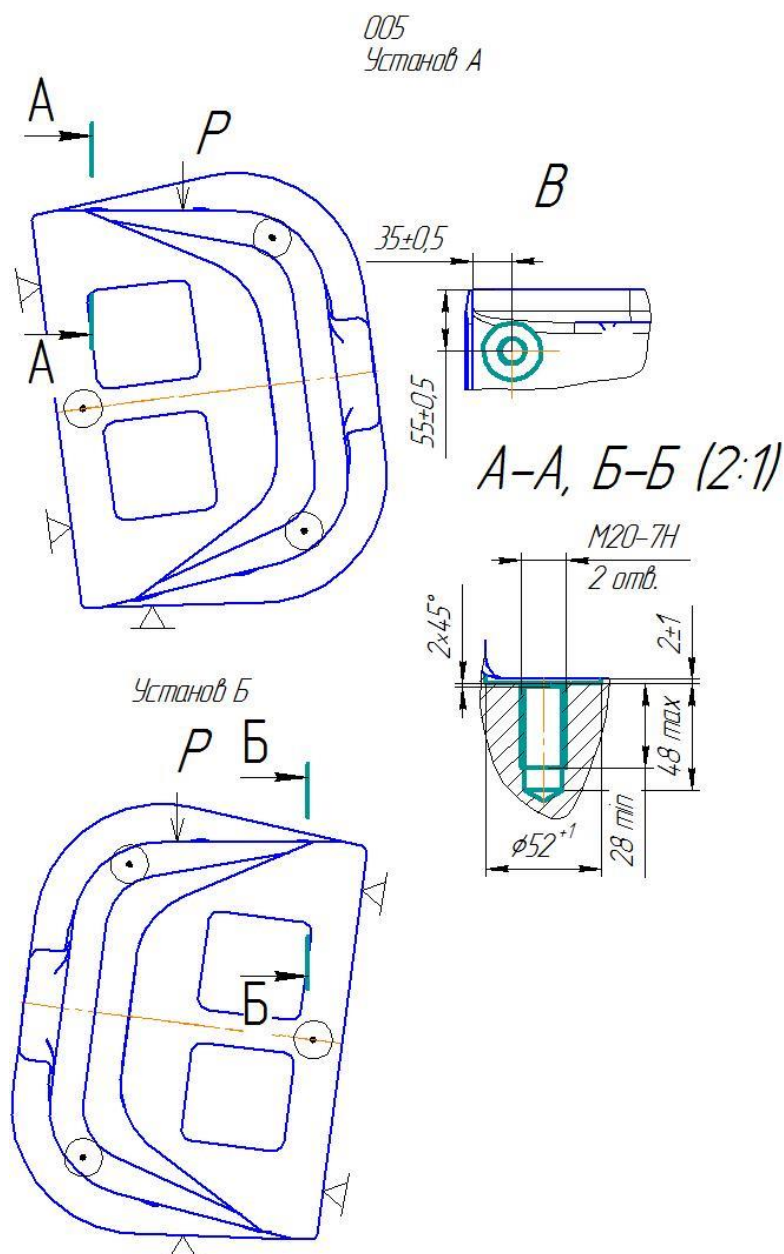


Рисунок 1.1 Схема установки для 005 операции

015 Вертикально-фрезерная с ЧПУ

Базирование заготовки осуществляется по плоскостям, заготовка устанавливается на опоры, подводится призматический зажим.

Погрешность базирования на размеры 109 и 46 равна 0, т.к. технологическая и измерительная базы совпадают, на размер 184 и на размер глубины отверстий равна 0, т.к. отверстия выполняются за один установ. На диаметральные размеры равна 0, т.к. выполняются осевым инструментом.

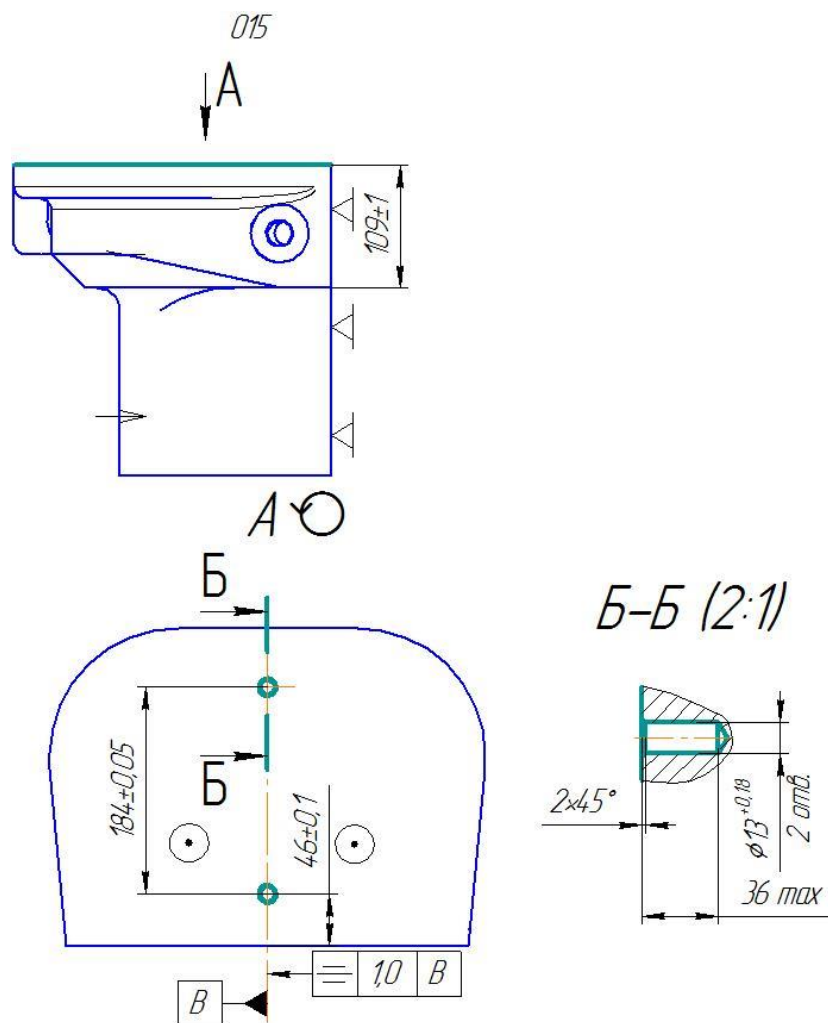


Рисунок 1.2 Схема установки для 015 операции

025 Сверлильно-фрезерно-расточная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и двум отверстиям, заготовка устанавливается на пластины и два пальца. Это схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы. Закрепление заготовки осуществляется прихватами.

Допуски и посадки при установке заготовки двумя цилиндрическими отверстиями с параллельными осями на цилиндрический и срезанный палец. Максимальное боковое смещения вдоль линии центров пальцев равно половине максимального зазора $S_{\max/\text{ц}}$ между цилиндрическим пальцем и соответствующим отверстием в заготовке.

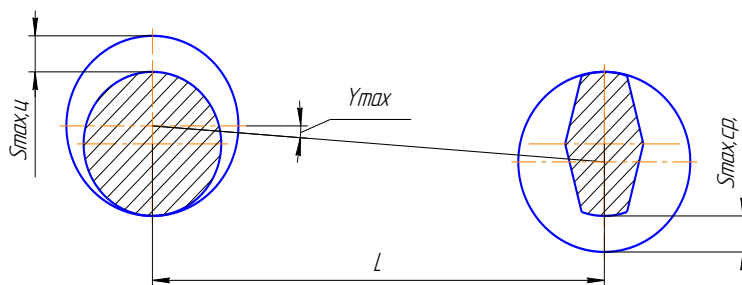


Рисунок 1.3 Схема установки на два пальца

Технологическое отверстие в заготовке выполняем диаметр 13,9Н9, верхнее отклонение плюс 0,043.

Цилиндрический и срезанный палец выполняют в размер диаметр 13,9f7; верхнее отклонение минус 0,016, нижнее отклонение минус 0,034.

Максимальное боковое смещение заготовки по нормали к линии центров пальцев равно большему из двух значений $0,5S_{\max.ц}$ или $0,5S_{\max.ср.}$.

В нашем случае максимальное боковое смещение заготовки к линии центров пальцев будет равно максимальному боковому смещению вдоль линии центров пальцев и равно 0,0385 мм.

Максимальное угловое смещение находим по формуле:

$$Y_{\max} = \arctg \cdot \left(0,5 \cdot \frac{S_{\max.ц} + S_{\max.ц}}{L} \right), \quad (1.10)$$

$$Y_{\max} = \arctg \cdot \left(0,5 \cdot \frac{0,0385 + 0,0385}{184} \right) = 0,0002^0 \approx 0,01.$$

Погрешность базирования на все размеры равна 0, т.к. выполняются осевым инструментом, за один установ, технологическая и измерительная базы совпадают.

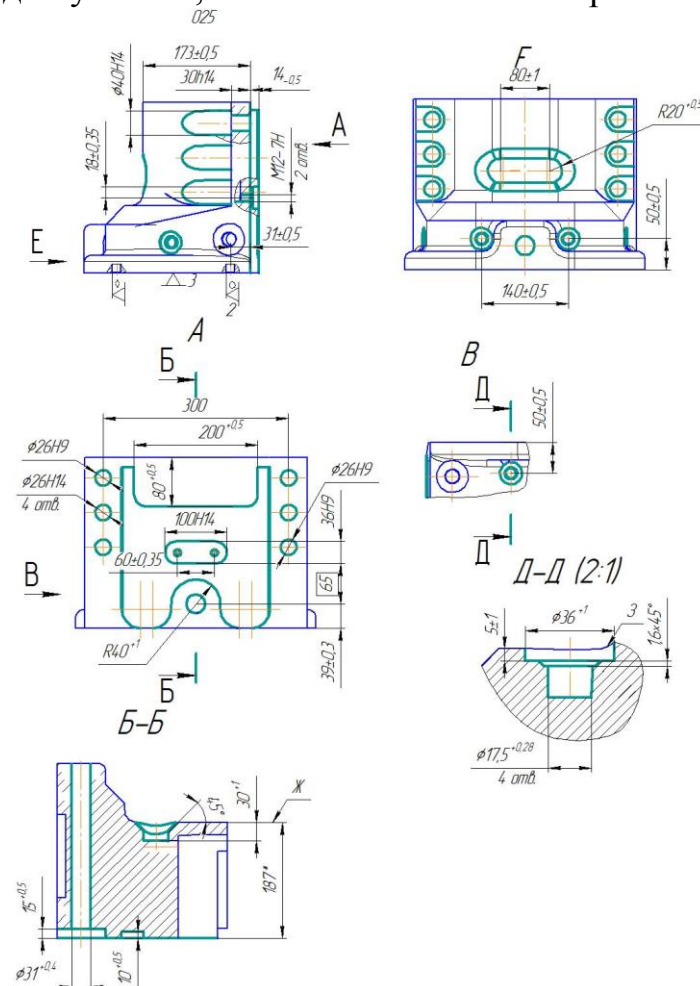


Рисунок 1.4 Схема установки для 025 операции

035 Сверлильно-фрезерно-расточная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и двум отверстиям, заготовка устанавливается на пластины и два пальца. Это схема базирования

лишает заготовку шести степеней свободы. Закрепление заготовки осуществляется прихватами.

Технологическое отверстие в заготовке выполняем диаметр 26H9, верхнее отклонение плюс 0,052.

Цилиндрический и срезанный палец выполняют в размер диаметр 26f7; верхнее отклонение минус 0,02, нижнее отклонение минус 0,041.

$$S_{\max \text{ ц}} = \frac{(0,052 + 0,041)}{2} = 0,0465 \text{ мм.}$$

Максимальное боковое смещение заготовки по нормали к линии центров пальцев равно большому из двух значений $0,5S_{\max \text{ ц}}$ или $0,5S_{\max \text{ ср}}$.

В нашем случае максимальное боковое смещение заготовки к линии центров пальцев будет равно максимальному боковому смещению вдоль линии центров пальцев и равно 0,0465 мм.

Максимальное угловое смещение находим по формуле 1.10:

$$Y_{\max} = \arctg \left(0,5 \cdot \frac{0,0465 + 0,0465}{320} \right) = 0,0001^0 \approx 0,006.$$

Погрешность базирования на все размеры равна 0, т.к. выполняются осевым инструментом, за один установ, технологическая и измерительная базы совпадают.

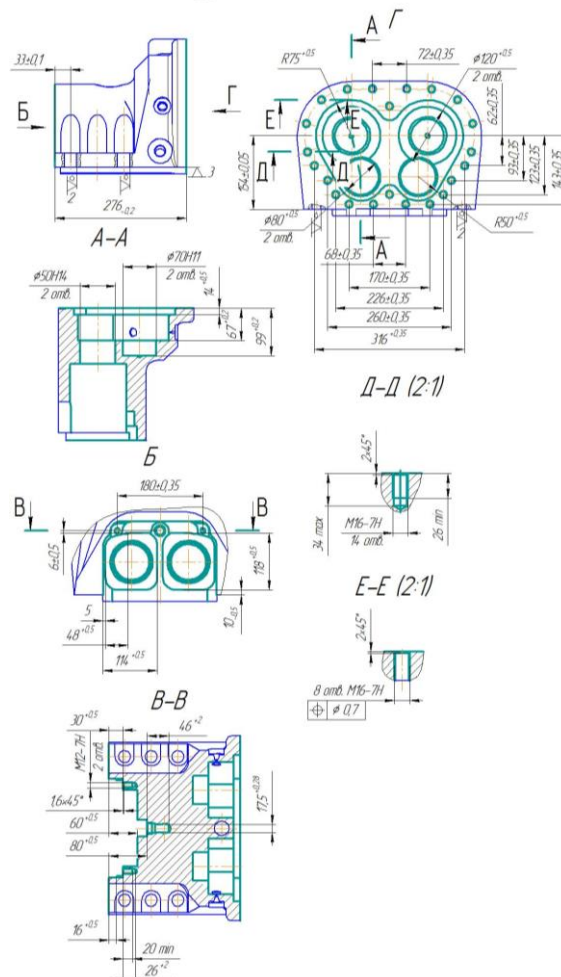


Рисунок 1.5 Схема установки для 035 операции

045 Радиально-сверлильная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости. Закрепление заготовки осуществляется прихватами.

Погрешность базирования на размер 25 мм равна 1 мм, что не превышает допуск на выполняемый размер. На остальные, т.к. выполняются осевым инструментом, за один установ, технологическая и измерительная базы совпадают.

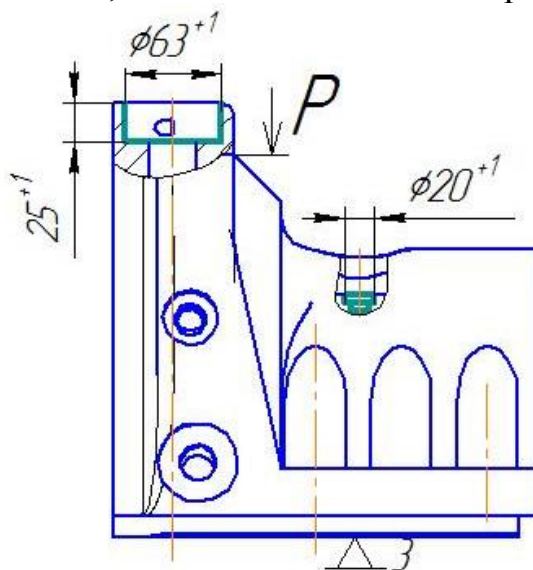


Рисунок 1.6 Схема установки для 045 операции

055 Радиально-сверлильная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости. Закрепление заготовки осуществляется прихватами.

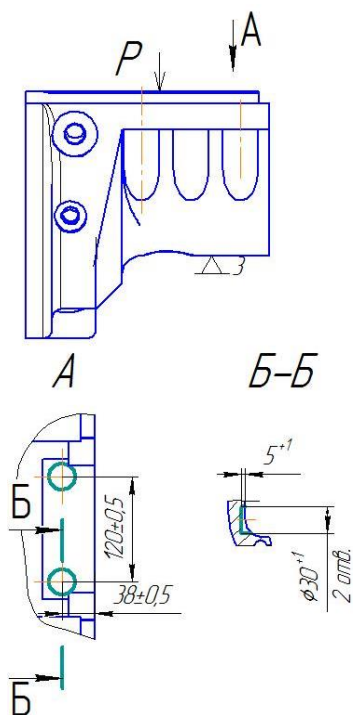


Рисунок 1.7 Схема установки для 055 операции

070 Сверлильно-фрезерно-расточная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости и двум отверстиям, заготовка устанавливается на пластины и два пальца. Это схема базирования

лишает заготовку шести степеней свободы. Закрепление заготовки осуществляется прихватами.

Погрешность базирования на все размеры равна 0, т.к. выполняются осевым инструментом, за один установ, технологическая и измерительная базы совпадают.

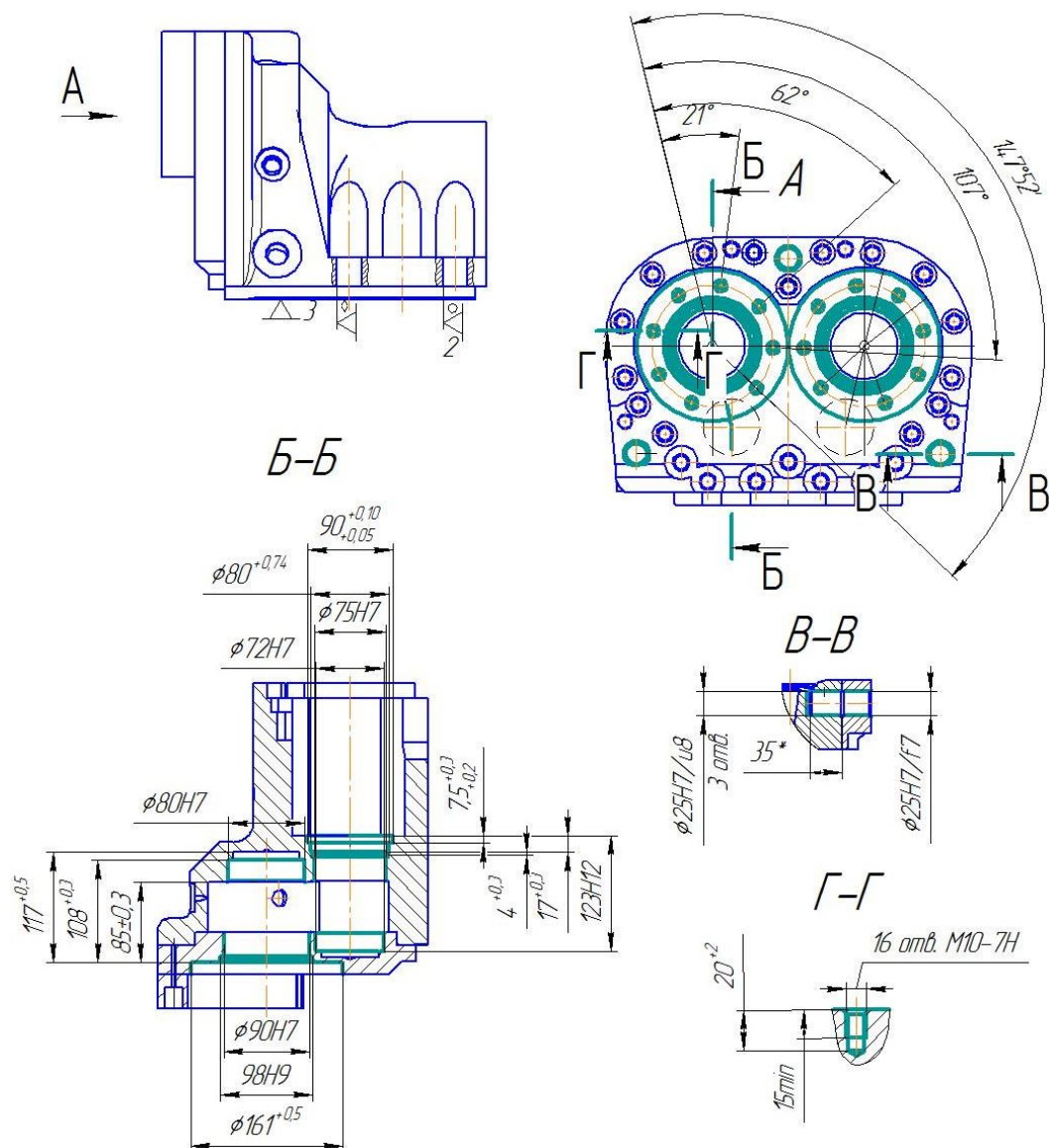


Рисунок 1.8 Схема установки для 070 операции

080 Радиально-сверлильная

Базирование заготовки осуществляется по плоскости. Закрепление заготовки осуществляется прихватами. Погрешность базирования равна 0, т.к. выполняется осевым инструментом.

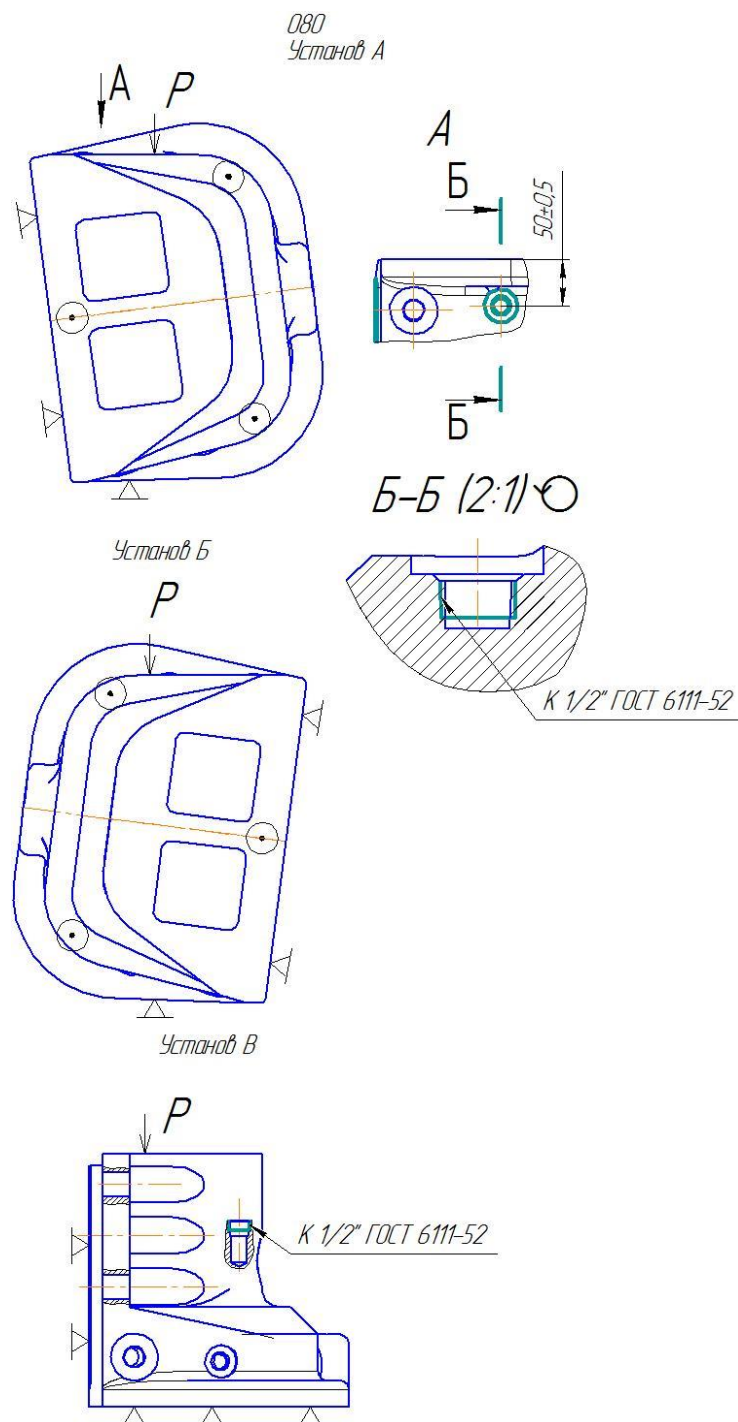


Рисунок 1.9 Схема установки для 080 операции

1.1.8 Выбор средств технологического оснащения

1.1.8.1 Выбор оборудования

Выбор станков для проектируемого технологического процесса производится после того, как каждая операция предварительно разработана, исходя из следующих данных: метод обработки поверхности или сочетание поверхностей, точность и шероховатость поверхностей, припуск на обработку; режущий инструмент, такт выпуска и тип производства.

Для операций 005, 045, 055, 080 выбираем радиально-сверлильный станок 2А55. Предназначен для сверления, зенкования, зенкерования, развёртывания отверстий, для подрезания торцов изделий и нарезания резьбы метчиками.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Технические характеристики станка 2А55

Параметр	Значение
Наибольший условный диаметр сверления в стали 45, мм	50
Расстояние от оси шпинделя до направляющей колонны (вылет шпинделя), мм	25
Наибольшее горизонтальное перемещение сверлильной головки по рукаву, мм	1050
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, мм	470...1500
Наибольшее вертикальное перемещение рукава по колонне (установочное), мм	680
Наибольшее осевое перемещение пиноли шпинделя (ход шпинделя), мм	350
Угол поворота рукава вокруг колонны, град	360
Рамер поверхности плиты (ширина длина), мм	968x2430
Частота прямого вращения шпинделя, об/мин	30...1900
Пределы рабочих подач на один оборот шпинделя, мм/об	0,05...2,2
Электродвигатель привода главного движения, кВт	4,5
Габариты станка (длина ширина высота), мм	2625x968x3265
Масса станка, кг	4100

Для операции 015 выбираем вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6Р13РФ3. Предназначен для многоинструментальной, многопереходной обработки корпусных деталей из конструкционных материалов от лёгких сплавов до высокопрочных сталей

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Технические характеристики станка 6Р13РФ3

Параметр	Значение
Размер рабочей поверхности стола, мм	1600x400
Продольное перемещение стола, мм	1000
Поперечное перемещение стола, мм	400
Вертикально перемещение стола, мм	430
Наибольшая масса устанавливаемой заготовки, кг	630
Частота вращения шпинделя, об/мин	40-2000
Наибольшее перемещение ползуна, мм	260
Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм	30...500
Мощность двигателя привода главного движения, кВт	7,5
Габаритные размеры	3200x3070x1750
Масса станка, кг	4300

Для операций 025, 035, 070 выбираем сверлильно-фрезерно-расточный станок с ЧПУ 500HS. Предназначен для комплексной обработки деталей из различных конструкционных материалов. Имеет возможность токарной обработки. Выполняет операции наружного и внутреннего точения, сверления, зенкерования, развёртывания, полустогового и чистового растачивания отверстий, нарезания резьбы метчиками и фрезами, фрезерования

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Технические характеристики станка 500HS

Параметр	Значение
Размер рабочей поверхности стола, мм	630x630
Количество резьбовых отверстий на установочной поверхности стола	45
Диаметр крепёжных отверстий, мм	M16
Наибольшее расстояние от оси шпинделя до стола, мм	750
Наибольшие перемещения подвижных узлов, мм	
продольное перемещение стола (X)	620
вертикальное перемещение шпиндельной бабки (Y)	750
поперечное перемещение колонны (Z)	500
Диапазон рабочих подач, мм/мин	1...15000
Точность позиционирования по осям	$\pm 0,005$
Частота вращения шпинделя, об/мин	0-12000
Количество инструмента устанавливаемого в магазине, шт	20
Ёмкость инструментального магазина, шт	40
Время смены инструмента, с	8
Мощность главного привода, кВт	22,5
Габаритные размеры	2680x3530x3200
Масса станка, кг	9500

На рисунке 1.10 изображён сверлильно-фрезерно-расточный станок с ЧПУ 500HS

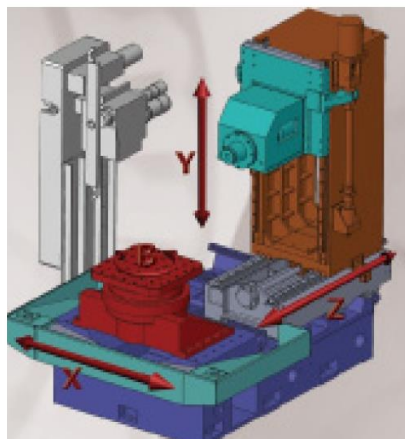


Рисунок 1.10 Схема сверлильно-фрезерно-расточного станка с ЧПУ 500HS

1.1.8.1 Выбор технологической оснастки

Выбор оснастки и инструментов для проектируемого технологического процесса также производится после того, как каждая операция предварительно разработана, исходя из следующих данных: метода обработки поверхности или сочетания поверхностей, точности и шероховатости поверхностей, типа производства.

Приспособления и инструменты представлены в таблице 1.13

Таблица 1.13 – Средства технологического оснащения

Номер операции	Оснастка	Количество
1	2	3
005	Приспособление специальное ФЮРА.А21087.004	1
	Кондуктор	1
	Сверло R411.5-17534D17.50 (Sandvik Coromant)	1
	Цековка 2350-0833 ГОСТ 26258-87	1
	Метчик E326M20 (Sandvik Coromant)	1
	Штангенциркуль ШЦ-I-400-0,1 ГОСТ 166-80	1
	Пробка М 20 ПР ГОСТ 24997-81	1
	Пробка М 20 НЕ ГОСТ 24997-81	1
	Шаблон для измерения фасок специальный ФЮРА.А21087.021	1
	Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1
010	Пневматическая шлифовальная машинка STS 630	1
	Круг 80x20x6 15А 5-П А2 С2Г А ГОСТ 22775-77	1
	Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80	1
	Очки 3П ГОСТ 12.4.013-85	1
015	Приспособление специальное ФЮРА.А21087.003	1
	Фреза 490-200Q60-14М (Sandvik Coromant)	1
	Пластина 490R-14041 2М-РМ	16
	Сверло центровочное диаметром 15 мм	1
	Сверло 860.1-1300-040А1-РМ (Sandvik Coromant)	1
	Зенкер 2323-0515 ГОСТ 12489-71	1
	Развертка 2363-3398 ГОСТ 1672-80	1
	Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-80	1
	Калибр-пробка специальная ФЮРА.А21087.005	1
	Шаблон для измерения фасок специальный	1
	Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1
020	Пневматическая шлифовальная машинка STS 630	1
	Круг 80x20x6 15А 5-П А2 С2Г А ГОСТ 22775-77	1
	Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80	1
	Очки 3П ГОСТ 12.4.013-85	1
025	Приспособление специальное ФЮРА.А21087.006	1
	Фреза 490-200Q60-14М (Sandvik Coromant)	1
	Пластина 490R-14041 2М-РМ	24

Продолжение таблицы 1.13

1	2	3
	Фреза 490-080C8-08M (Sandvik Coromant)	1
	Фреза 316-25SM550-25010P (Sandvik Coromant)	1
	Сверло центровочное диаметром 13 мм	1
	Сверло 860.1-1020-037A1-PM (Sandvik Coromant)	1
	Метчик E326M12 (Sandvik Coromant)	1
	Сверло 880-D3100C6-04 (Sandvik Coromant)	1
	Пластина 880-06 04 06H-C-LM	1
	Пластина 880-06 04 W08H-P-LM	1
	Фреза R390-040C5-54M (Sandvik Coromant)	1
	Пластина R390-11 T3 08M-PL	18
	Фреза 316-25SM550-25010P (Sandvik Coromant)	1
	Сверло R411.5-17532D17.50 (Sandvik Coromant)	1
	Развёртка 2373-0172 ГОСТ 10081-84	11
	Фреза специальная ФЮРА.А21087.007	1
	Сверло 880-D2600L32-02 (Sandvik Coromant)	1
	Пластина 880-05 03 05H-C-LM	2
	Пластина 880-05 03 W08H-P-LM	2
	Сверло 880-D2500L25-02 (Sandvik Coromant)	1
	Зенкер 2320-2595 ГОСТ 12489-71	1
	Развёртка 2363-3475 ГОСТ 1672-80	1
	Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ 166-80	1
	Шаблон для измерения фасок специальный ФЮРА.А21087.008	1
	Шаблон специальный ФЮРА.А21087.009	1
	Калибр 8154-0221-5 ГОСТ 24121-80	1
	Пробка М 12 ПР ГОСТ 24997-81	1
	Пробка М 12 НЕ ГОСТ 24997-81	1
	Калибр-пробка 8133-0941 ГОСТ 14810-69	1
	Калибр-пробка 8133-0939 ГОСТ 14810-69	11
	Калибр 8154-0227-5 ГОСТ 24121-80	1
	Калибр-пробка 8133-0936 ГОСТ 14810-69	1
	Калибр перпендикулярности специальный ФЮРА.А21087.010	2
	Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1
030	Пневматическая шлифовальная машинка STS 630	1
	Круг 80x20x6 15А 5-П А2 С2Г А ГОСТ 22775-77	1
	Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80	1

	Очки ЗП ГОСТ 12.4.013-85	1
--	--------------------------	---

Продолжение таблицы 1.13

1	2	3
035	Приспособление специальное ФЮРА.А21087.011	1
	Фреза 490-200Q60-14М (Sandvik Coromant)	1
	Пластина 490R-14041 2М-PM	24
	Фреза 490-025C3-08М (Sandvik Coromant)	1
	Пластина 490R-08T308М-PL	3
	Фреза R390-050C5-36М (Sandvik Coromant)	1
	Пластина R390-11 T3 08М-PM	16
	Сверло центровочное диаметром 15 мм	1
	Сверло 860.1-1020-037A1-PM (Sandvik Coromant)	1
	Метчик E326M12 (Sandvik Coromant)	1
	Сверло 880-D2200L25-02 (Sandvik Coromant)	1
	Пластина 880-04 03 05H-C-LM	1
	Пластина 880-04 03 W07H-P-LM	1
	Сверло 880-D5000L40-02 (Sandvik Coromant)	1
	Пластина 880-08 05 08H-C-LM	1
	Пластина 880-08 05 W10H-P-LM	1
	Расточная оправка R825C-AF23STUP1103A, 825C-048A, C5-R825C-AAF047A (Sandvik Coromant)	1
	Расточная оправка R825C-AF23STUP1103A, 825C-048A, C6-R825C-AAH067A (Sandvik Coromant)	1
	Расточная оправка R825C-AF23STUP1103A, 825C-048A, C5-R825C-AAG053A (Sandvik Coromant)	1
	Пластина TCMT 06 T1 08-PF	3
	Фреза 490-032C3-08М (Sandvik Coromant)	1
	Пластина 490R-08T308М-PM	4
	Сверло центровочное диаметр 20 мм	1
	Сверло R411.5-14034D14.00 (Sandvik Coromant)	1
	Метчик E326M16 (Sandvik Coromant)	1
	Штангенциркуль ШЦ-I-300-0,1 ГОСТ 166-80	1
	Шаблон для измерения фасок специальный ФЮРА.А21087.012	1
	Пробка М 12 ПР ГОСТ 24997-81	1
	Пробка М 12 НЕ ГОСТ 24997-81	1
	Калибр-пробка 8136-0009 ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8136-0109 ГОСТ 14816-69	1
	Калибр-пробка 8136-0021 ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8136-0121 ГОСТ 14816-69	1
	Калибр-пробка 8136-0011 ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8136-0111 ГОСТ 14816-69	1

	Калибр-пробка 8136-0013 ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8136-0113 ГОСТ 14816-69	1

Продолжение таблицы 1.13

1	2	3
	Калибр-пробка 8133-0962 ГОСТ 14810-69	1
	Пробка М 16 ПР ГОСТ 24997-81	1
	Пробка М 16 НЕ ГОСТ 24997-81	1
	Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1
040	Пневматическая шлифовальная машинка STS 630	1
	Круг 80х20х6 15А 5-П А2 С2Г А ГОСТ 22775-77	1
	Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80	1
	Очки ЗП ГОСТ 12.4.013-85	1
045	Приспособление специальное ФЮРА.А21087.013	1
	Кондуктор специальный ФЮРА.А21087.029	1
	Зенкер 2320-2169 ГОСТ 21584-76	1
	Пластина 880-09 06 08Н-С-LM	1
	Пластина 880-09 06 W10Н-Р-LM	1
	Сверло 2301-3627 ГОСТ 10903-77	1
	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80	1
	Калибр-пробка 8136-0006 ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8136-0106 ГОСТ 14816-69	1
	Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1
050	Пневматическая шлифовальная машинка STS 630	1
	Круг 80х20х6 15А 5-П А2 С2Г А ГОСТ 22775-77	1
	Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80	1
	Очки ЗП ГОСТ 12.4.013-85	1
055	Приспособление специальное ФЮРА.А21087.014	1
	Кондуктор специальный ФЮРА.А21087.033	1
	Сверло специальное ФЮРА.А21087.034	1
	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80	1
	Калибр-пробка 8133-0944 ГОСТ 14810-69	1
	Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1
060	Пневматическая шлифовальная машинка STS 630	1
	Круг 80х20х6 15А 5-П А2 С2Г А ГОСТ 22775-77	1
	Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80	1
	Очки ЗП ГОСТ 12.4.013-85	1
070	Приспособление специальное ФЮРА.А21087.015	1
	Сверло 880-D2400L25-02 (Sandvik Coromant)	1
	Пластина 880-05 03 05Н-С-LM	1
	Пластина 880-05 03 W08Н-Р-LM	1
	Зенкер 2323-0543 ГОСТ 12489-71	1
	Развёртка 2363-3472 ГОСТ 1672-80	1
	Зенковка 2353-0131 ГОСТ 14953-80	1
	Расточная оправка R825C-AF23STUP1103A, 825C-048A, C6-R825C-AAI067A (Sandvik Coromant)	1
		1

	Расточная оправка R825C-AF23STUP1103A, 825C-048A, C6-R825C-ААН067А (Sandvik Coromant) Расточная оправка R825C-AF23STUP1103A, 825C-048A, C5-R825C-AAG053A (Sandvik Coromant)	1
--	--	---

Продолжение таблицы 1.13

1	2	3
	Пластина TCMT 06 T1 08-PF	3
	Сверло центровочное диаметром 15 мм	1
	Сверло 860.1-0850-031A1-PM (Sandvik Coromant)	1
	Метчик E326M10 (Sandvik Coromant)	1
	Развёртка специальная ФЮРА.А21087.016	1
	Развёртка специальная ФЮРА.А21087.017	1
	Калибр-пробка 8133-0939 ГОСТ 14810-69	1
	Шаблон для измерения фасок специальный ФЮРА.А21087.018	1
	Калибр-пробка 8136-0012 ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8136-0112 ГОСТ 14816-69	1
	Калибр-пробка 8136-0016 ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8136-0116 ГОСТ 14816-69	1
	Калибр-пробка 8136-0013 ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8136-0113 ГОСТ 14816-69	1
	Калибр-пробка 8136-0017 ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8136-0117 ГОСТ 14816-69	1
	Калибр-пробка 8136-0020 ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8136-0120 ГОСТ 14816-69	1
	Пробка М 10 ПР ГОСТ 24997-81	1
	Пробка М 10 НЕ ГОСТ 24997-81	1
	Калибр-пробка специальный ФЮРА.А21087.019	1
	Калибр-пробка 8136-0009 ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8136-0109 ГОСТ 14816-69	1
	Калибр-пробка 8136-0011 ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8136-0111 ГОСТ 14816-69	1
	Калибр-пробка 8136-0010 ГОСТ 14815-69	1
	Калибр-пробка 8136-0110 ГОСТ 14816-69	1
	Калибр-соосности специальный ФЮРА.А21087.020	5
	Калибр перпендикулярности специальный ФЮРА.А21087.022	1
	ФЮРА.А21087.021	1
	Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1
075	Пневматическая шлифовальная машинка STS 630	1
	Круг 80x20x6 15А 5-П А2 С2Г А ГОСТ 22775-77	1
	Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80	1
	Очки 3П ГОСТ 12.4.013-85	1
080	Приспособление специальное ФЮРА.А21087.039	1
	Метчик 2680-0008 ГОСТ 6227-80	1

085	Калибр 4-W 19,2 ГОСТ 24998-81	1
	Очки 0 ГОСТ 12.4.013-85	1
	Пневматическая шлифовальная машинка STS 630	1
	Круг 80x20x6 15A 5-П А2 С2Г А ГОСТ 22775-77	1
	Напильник 2820-0026 ГОСТ 1465-80	1

Продолжение таблицы 1.13

1	2	3
	Очки ЗП ГОСТ 12.4.013-85	1

1.1.9 Расчёт припусков на механическую обработку

Расчёт припусков на механическую обработку производится после выбора оптимальных для данных условий технологического маршрута и выбора метода получения заготовки.

Расчёт для одного размера проводится расчётно-аналитическим методом. Расчётной величиной является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе.

Минимальный припуск при обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск):

$$2Z_{i \min} = 2 \cdot \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (1.11)$$

где R_z – высота неровностей профиля на предшествующем переходе;

h – глубина дефектного поверхностного слоя;

Δ_{Σ}^2 – суммарные отклонения от расположения поверхностей на предшествующем переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки.

В таблице 1.14 приведен расчёт припусков на обработку отверстия диаметром 80H7 мм.

Таблица 1.14 – Расчёт припусков на обработку отверстия диаметром 80H7 мм

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм.				Мин. припуск Z_{\min} , мкм.	Расчётный максимальный размер, мм.	Допуск T_d , мкм.	Предельные размеры, мм.		Предельные значения припусков, мкм.	
	R_z	h	Δ_{Σ}	ε				min	max	Z_{\max}	Z_{\min}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сверление IT14	50	240	200	0	0	77,55	0,74	76,82	77,56	0	0

Растачивание предварительно е IT11	32	50	10	0	2x980	79,518	0,19	79,33	79,52	2510	1960
---	----	----	----	---	-------	--------	------	-------	-------	------	------

Продолжение таблицы 1.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Растачивание предварительное IT9	16	20	0	0	2×184	79,886	0,074	79,812	79,886	482	366
Растачивание окончательное IT7	10	5	0	0	2×72	80,03	0,03	80	80,03	188	144

Общие припуски $Z_{Omin} = 3180$ мкм, $Z_{Omax} = 2470$ мкм.

Проверка расчёта припусков:

$$Z_{Omax} - Z_{Omin} = Td_{заг} - Td_{дет}, \quad (1.12)$$

где Z_{Omin}, Z_{Omax} – минимальный и максимальный общие припуски;

$Td_{заг}, Td_{дет}$ – допуски заготовки и детали.

$$Z_{Omax} - Z_{Omin} = 3180 - 2470 = 710 \text{ мкм};$$

$$Td_{заг} - Td_{дет} = 0,74 - 0,03 = 0,71 \text{ мкм}.$$

Расчёт припусков выполнен верно.

В таблице 1.15 приведен расчёт припусков на обработку поверхности размером 276_{-0,2} мм.

Таблица 1.15 – Расчёт припусков на обработку поверхности размером 276_{-0,2} мм

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм.				Мин. припуск Z_{min} , мкм.	Расчётный максимальный размер, мм.	Допуск Td , мкм.	Предель- ные размеры, мм.		Предель- ные значения припуск- ов, мкм.	
	Rz	h	Δ_Σ	ϵ				min	max	Z_{max}	Z_{min}
Заготовка ± 4	80	240	200	0	0	278,28	8	278	286	0	0
Фрезерование предварительное IT12	40	50	10	0	2×1040	276,2	0,52	276,20	276,72	1800	9280
Фрезерование окончательное IT10	20	20	0	0	2×200	275,8	0,2	275,8	276	400	720

Общие припуски $Z_{Omin} = 2200$ мкм, $Z_{Omax} = 10000$ мкм.

Проверка расчёта припусков:

$$Z_{Omax} - Z_{Omin} = 10000 - 2200 = 7800 \text{ мкм};$$

$$Td_{заг} - Td_{дет} = 8 - 0,2 = 7,8 \text{ мкм}.$$

Расчёт припусков выполнен верно.

1.1.10 Расчет режимов резания

Расчёт режимов резания ведём при помощи онлайн программы Sandvik Coromant [6].

Материал детали
Национальный стандарт: CMC
Обозначение: 06.2
Твердость: 217 HB

Сплав пластины
P20

Параметры
Диаметр сверления: 17.4 mm
Глубина отверстия (L): 48 mm

Рекомендации по режимам резания
Мощность (Pc): 2.9 kW
Сила подачи (Ff): 2543 N
Момент (Mc): 24 Nm
Скорость съема металла (Q): 62 cm³/min
Расход СОЖ (q): 7.8 l/min
Время обработки на отверстие (t): 11.0 sec
Глубина отверстия: 2.76 xDc

Параметры (выбрать fz, hex или hm)
Поддача на зуб (fz): 0.15 mm
Максимальная толщина стружки (hex): 0.13 mm
Средняя толщина стружки (hm): 0.11 mm
Режущий диаметр (Dc): 200 mm
Главный угол резания: 60 °
Число эффективных режущих кромок (zc): 8 шт.
Глубина резания (ap): 5 mm
Рабочая поверхность контакта (ae): 150 mm
Начало рабочей поверхности контакта (aet): 50 mm

Рекомендации по режимам резания
Скорость резания (vc): 145 m/min
Обороты шпинделя (n): 224 об/мин
Скорость подачи (vf): 269 mm/min
Мощность резания (Pc): 9.8 kW
Скорость съема металла (Q): 202 cm³/min
Момент резания (Mc): 416 Nm

Рисунок 1.11 Расчет режимов резания

Зенкеровать 2 отверстия диаметр 13,75H10 мм.

Глубина резания равна 0,375 мм.

Поддача равна 0,6 мм/об.

Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.13)$$

где T – период стойкости материала пластины;

C_v, x, y, m, u, q – коэффициент и показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}, \quad (1.14)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого

материала;

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину обработки;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (1.15)$$

где K_{Γ} – коэффициент, характеризующий, группу стали по обрабатываемости.

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{981} \right)^{0.9} = 0,7853.$$

$$K_v = 0,783 \cdot 1 \cdot 1 = 0,783.$$

$$V = \frac{18 \cdot 13,75^{0,6}}{30^{0,25} \cdot 0,375^{0,2} \cdot 0,6^{0,3}} \cdot 0,783 = 41,3 \text{ м/мин.}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot 41,3}{3,14 \cdot 13,75} = 956 \text{ об/мин.}$$

По паспорту выбираем 800 об/мин.

Скорость резания:

$$V = \frac{3,14 \cdot 13,75 \cdot 800}{1000} = 34,54 \text{ м/мин.}$$

Сила резания:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.16)$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.17)$$

где C_m, q, x, y – коэффициент и показатели степени;

$$K_p = K_{mp}.$$

где K_{mp} – поправочный коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (1.18)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{981}{750} \right)^{0,75} = 1,22.$$

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 0,375^{1,2} \cdot 0,6^{0,65} \cdot 1,22 = 181,2 \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 13,75^1 \cdot 0,375^{0,9} \cdot 0,6^{0,8} \cdot 1,22 = 4,2 \text{ Н.}$$

Мощность резания определяем по формуле:

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (1.19)$$

$$N_{\text{рез}} = \frac{4,2 \cdot 800}{9750} = 0,34 \text{ кВт.}$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (1.20)$$

где $L = l + l_1 + l_2 = 34 + 3 = 37 \text{ мм.}$

$$T_o = \frac{37 \cdot 2}{800 \cdot 0,6} = 0,15 \text{ мин.}$$

Расчёт режимов резания на остальные переходы представлены в таблице 1.16.

Таблица 1.16 – Расчёт режимов резания

№ операции	Наименование и содержание операции
1	2
005	Сверлить отверстие диаметром $17,4^{+0,3}$ мм, глубиной 48 мм. Глубина резания $t=8,7$ мм Подача $S_o=0,22$ мм/об Скорость резания $V=65$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1180$ об/мин Сила резания $P=2543$ Н Крутящий момент $M_{кр}=24$ Н·м Мощность резания $N=2,9$ кВт Основное время $T_o=0,18$ мин
	Цековать отверстие в размеры 2 ± 1 мм, диаметром 52^{+1} мм. Глубина резания $t=17,3$ мм Подача $S_o=0,7$ мм/об Скорость резания $V=19,3$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=118$ об/мин Сила резания $P=1839,8$ Н Крутящий момент $M_{кр}=28,96$ Н·м Мощность резания $N=0,37$ кВт Основное время $T_o=0,04$ мин
	Зенковать фаску $2 \times 45^\circ$. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S_o=1$ мм/об Скорость резания $V=11$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=70$ об/мин Сила резания $P=1438$ Н Мощность резания $N=0,23$ кВт Основное время $T_o=0,04$ мин
	Нарезать резьбу М20-7Н Подача $S_o=2,5$ мм/об Скорость резания $V=4,7$ м/мин

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Число оборотов шпинделя $n=75$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=7$ Н·м Мощность резания $N=1,9$ кВт Основное время $T_o=0,08$ мин</p>
015	<p>Фрезеровать поверхность на проход в размер 282 ± 1 мм. Глубина резания $t=5$ мм Ширина фрезерования $B=190$ мм Подача $S_m=420$ мм/мин Скорость резания $V=125,6$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=200$ об/мин Сила резания $P_z=13206$ Н Крутящий момент $M_{кр}=55$ Н·м Мощность резания $N=7$ кВт Основное время $T_o=1,87$ мин</p> <p>Центровать 2 отверстия. Глубина резания $t=1,5$ мм Подача $S_o=0,1$ мм/об Скорость резания $V=19$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин Сила резания $P_z=249$ Н Крутящий момент $M_{кр}=0,4$ Н·м Мощность резания $N=0,1$ кВт Основное время $T_o=0,04$ мин</p> <p>Сверлить 2 отверстия $\varnothing 13H12$ мм. Глубина резания $t=6,5$ мм Подача $S_o=0,2$ мм/об Скорость резания $V=65$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1600$ об/мин Сила резания $P=1764$ Н Крутящий момент $M_{кр}=12$ Н·м Мощность резания $N=2$ кВт Основное время $T_o=0,21$ мин</p> <p>Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 13,75H10$ мм Глубина резания $t=0,375$ мм Подача $S_o=0,6$ мм/об Скорость резания $V=34,54$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=800$ об/мин Сила резания $P=181,2$ Н Крутящий момент $M_{кр}=4,2$ Н·м Мощность резания $N=0,34$ кВт Основное время $T_o=0,15$ мин</p> <p>Развернуть 2 отверстия $\varnothing 13,9H9$ мм.</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Глубина резания $t=0,075$ мм Подача $S_o=0,7$ мм/об Скорость резания $V=4,4$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=100$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=1,98$ Н·м Мощность резания $N=0,03$ кВт Основное время $T_o=0,46$ мин</p>
025	<p>Фрезеровать поверхность в размеры $173\pm 0,5$ мм, $80^{+0,5}$ мм, $200^{+0,5}$ мм. Глубина резания $t=3,3$ мм Ширина фрезерования $B=60$ мм Подача $S_m=474,6$ мм/мин Скорость резания $V=145$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=226$ об/мин Сила резания $P_z=8505,2$ Н Крутящий момент $M_{кр}=276$ Н·м Мощность резания $N=6,5$ кВт Основное время $T_o=1,25$ мин</p> <p>Фрезеровать поверхность в размер $14_{-0,5}$ мм. Глубина резания $t=3,5$ мм Ширина фрезерования $B=130$ мм Подача $S_m=727,2$ мм/мин Скорость резания $V=160$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=606$ об/мин Сила резания $P_z=5083$ Н Крутящий момент $M_{кр}=58$ Н·м Мощность резания $N=3,7$ кВт Основное время $T_o=1,56$ мин</p> <p>Фрезеровать поверхность в размеры $15_{-0,5}$ мм, $R40^{+1}$ мм. Глубина резания $t=3,5$ мм Ширина фрезерования $B=50$ мм Подача $S_m=727,2$ мм/мин Скорость резания $V=160$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=606$ об/мин Сила резания $P_z=5083$ Н Крутящий момент $M_{кр}=58$ Н·м Мощность резания $N=3,7$ кВт Основное время $T_o=0,13$ мин Фрезеровать паз в размеры $36H9$ мм, $100H14$ мм. Глубина резания $t=3$ мм Ширина фрезерования $B=36$ мм Подача $S_m=808,5$ мм/мин Вертикальная подача $S_m=17,8$ мм/мин</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p> Скорость резания $V=215$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1617$ об/мин Сила резания $P_z=116$ Н Крутящий момент $M_{кр}=29$ Н·м Мощность резания $N=4,9$ кВт Основное время $T_o=0,83$ мин </p> <p> Центровать 2 отверстия. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S_o=0,1$ мм/об Скорость резания $V=19$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин Сила резания $P_z=249$ Н Крутящий момент $M_{кр}=0,44$ Н·м Мощность резания $N=0,09$ кВт Основное время $T_o=0,06$ мин </p> <p> Сверлить 2 отверстия диаметром $10,2^{+0,3}$ мм. Глубина резания $t=5,1$ мм Подача $S_o=0,2$ мм/об Скорость резания $V=70$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2184$ об/мин Сила резания $P=1384$ Н Крутящий момент $M_{кр}=7,5$ Н·м Мощность резания $N=1,7$ кВт Основное время $T_o=0,04$ мин Нарезать резьбу М12-7Н. Скорость резания $V=6$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=159$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=7$ Н·м Мощность резания $N=1,9$ кВт Основное время $T_o=0,11$ мин </p> <p> Сверлить отверстие диаметром $31^{+0,4}$ мм на проход. Глубина резания $t=5,1$ мм Подача $S_o=0,08$ мм/об Скорость резания $V=100$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1027$ об/мин Сила резания $P=1850$ Н Крутящий момент $M_{кр}=29$ Н·м Мощность резания $N=3,1$ кВт Основное время $T_o=3,25$ мин </p> <p> Сверлить 4 отверстия диаметром 26Н14 мм. Глубина резания $t=13$ мм </p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p> Подача $S_o=0,08$ мм/об Скорость резания $V=105$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1285$ об/мин Сила резания $P=1551$ Н Крутящий момент $M_{кр}=20$ Н·м Мощность резания $N=2,7$ кВт Основное время $T_o=1,17$ мин </p> <p> Сверлить 2 отверстия $\varnothing 25H12$ мм. Глубина резания $t=12,5$ мм Подача $S_o=0,08$ мм/об Скорость резания $V=105$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1337$ об/мин Сила резания $P=1492$ Н Крутящий момент $M_{кр}=19$ Н·м Мощность резания $N=2,6$ кВт Основное время $T_o=0,56$ мин </p> <p> Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 25,7H10$ мм Глубина резания $t=0,35$ мм Подача $S_o=0,6$ мм/об Скорость резания $V=58,9$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=730$ об/мин Сила резания $P=180,6$ Н Крутящий момент $M_{кр}=3,9$ Н·м Мощность резания $N=0,29$ кВт Основное время $T_o=0,16$ мин </p> <p> Развернуть 2 отверстия $\varnothing 26H9$ мм. Глубина резания $t=0,15$ мм Подача $S_o=0,7$ мм/об Скорость резания $V=4,4$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=100$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=1,98$ Н·м Мощность резания $N=0,03$ кВт Основное время $T_o=0,46$ мин </p> <p> Центровать отверстие. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S_o=0,1$ мм/об Скорость резания $V=19$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин Сила резания $P_z=249$ Н Крутящий момент $M_{кр}=0,44$ Н·м Мощность резания $N=0,09$ кВт Основное время $T_o=0,06$ мин </p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Сверлить отверстие диаметром $17,5^{+0,3}$ мм. Глубина резания $t=8,75$ мм Подача $S_o=0,22$ мм/об Скорость резания $V=70$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1273$ об/мин Сила резания $P=2558$ Н Крутящий момент $M_{кр}=24$ Н·м Мощность резания $N=3,2$ кВт Основное время $T_o=0,05$ мин</p> <p>Фрезеровать поверхность в размеры 5 ± 1 мм, диаметром 36^{+1} мм. Глубина резания $t=3$ мм Ширина фрезерования $B=16$ мм Подача $S_m=808,5$ мм/мин Скорость резания $V=215$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1617$ об/мин Сила резания $P_z=116$ Н Крутящий момент $M_{кр}=29$ Н·м Мощность резания $N=4,9$ кВт Основное время $T_o=0,33$ мин</p> <p>Развернуть отверстие выдерживая размеры $17,5^{+0,28}$ мм, $1^\circ 47' 24''$. Глубина резания $t=0,1$ мм Подача $S_o=0,7$ мм/об Скорость резания $V=7,5$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=119$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=1,98$ Н·м Мощность резания $N=0,03$ кВт Основное время $T_o=0,04$ мин</p> <p>Центровать 2 отверстия. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S_o=0,1$ мм/об Скорость резания $V=19$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин Сила резания $P_z=249$ Н Крутящий момент $M_{кр}=0,44$ Н·м Мощность резания $N=0,09$ кВт Основное время $T_o=0,12$ мин</p> <p>Сверлить 2 отверстия диаметром $17,5^{+0,3}$ мм. Глубина резания $t=8,75$ мм Подача $S_o=0,22$ мм/об Скорость резания $V=70$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1273$ об/мин</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Сила резания $P=2558$ Н Крутящий момент $M_{кр}=24$ Н·м Мощность резания $N=3,2$ кВт Основное время $T_o=0,1$ мин</p> <p>Фрезеровать 2 поверхности в размеры 5 ± 1 мм, диаметром 36^{+1} мм. Глубина резания $t=3$ мм Ширина фрезерования $B=16$ мм Подача $S_m=808,5$ мм/мин Скорость резания $V=215$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1617$ об/мин Сила резания $P_z=116$ Н Крутящий момент $M_{кр}=29$ Н·м Мощность резания $N=4,9$ кВт Основное время $T_o=0,66$ мин</p> <p>Развернуть 2 отверстия выдерживая размеры $17,5^{+0,28}$ мм, $1^\circ 47' 24''$. Глубина резания $t=0,1$ мм Подача $S_o=0,7$ мм/об Скорость резания $V=7,5$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=119$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=1,98$ Н·м Мощность резания $N=0,03$ кВт Основное время $T_o=0,08$ мин</p> <p>Фрезеровать 6 поверхностей в размеры $\varnothing 40H14$ мм, $30h14$ мм. Глубина резания $t=2$ мм Ширина фрезерования $B=80$ мм Подача $S_m=135,4$ мм/мин Скорость резания $V=180$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1354$ об/мин Сила резания $P_z=3447$ Н Крутящий момент $M_{кр}=7,5$ Н·м Мощность резания $N=1,1$ кВт Основное время $T_o=0,98$ мин</p> <p>Фрезеровать паз в размеры 80^{+1} мм, $R20^{+0,5}$ мм, 30^{+1} мм. Глубина резания $t=3$ мм Ширина фрезерования $B=40$ мм Подача $S_o=808,5$ мм/мин Вертикальная подача $S_m=17,8$ мм/мин Скорость резания $V=215$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1617$ об/мин Сила резания $P_z=116$ Н Крутящий момент $M_{кр}=29$ Н·м</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Мощность резания $N=4,9$ кВт Основное время $T_o=1,45$ мин</p> <p>Фрезеровать фаску 45°. Глубина резания $t=3$ мм Ширина фрезерования $B=21$ мм Подача $S_m=808,5$ мм/мин Скорость резания $V=215$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1617$ об/мин</p>
035	<p>Фрезеровать поверхность в размер 278 ± 1 мм. Глубина резания $t=4$ мм Ширина фрезерования $B=40$ мм Подача $S_m=441$ мм/мин Скорость резания $V=135$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=210$ об/мин Сила резания $P_z=116$ Н Крутящий момент $M_{кр}=29$ Н·м Мощность резания $N=4,9$ кВт Основное время $T_o=0,72$ мин Сила резания $P_z=8184,8$ Н Крутящий момент $M_{кр}=385$ Н·м Мощность резания $N=8,5$ кВт Основное время $T_o=0,83$ мин</p> <p>Фрезеровать 2 поверхности в размер $16^{+0,5}$ мм. Глубина резания $t=4$ мм Ширина фрезерования $B=4$ мм Подача $S_m=871$ мм/мин Скорость резания $V=180$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1934$ об/мин Сила резания $P_z=40,6$ Н Крутящий момент $M_{кр}=13$ Н·м Мощность резания $N=2,6$ кВт Основное время $T_o=0,42$ мин</p> <p>Фрезеровать 2 поверхности в размер $30^{+0,5}$ мм. Глубина резания $t=4$ мм Ширина фрезерования $B=25$ мм Подача $S_m=871$ мм/мин Скорость резания $V=180$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1934$ об/мин Сила резания $P_z=35,124$ Н Крутящий момент $M_{кр}=11$ Н·м Мощность резания $N=2,3$ кВт Основное время $T_o=0,1$ мин</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Фрезеровать поверхность в размер $60^{+0,5}$ мм. Ширина фрезерования $B=25$ мм Глубина резания $t=4$ мм Подача $S_m=871$ мм/мин Скорость резания $V=170$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1020$ об/мин Сила резания $P_z=35,5$ Н Крутящий момент $M_{кр}=21$ Н·м Мощность резания $N=6,5$ кВт Основное время $T_o=0,12$ мин</p> <p>Фрезеровать поверхность в размер $80^{+0,5}$ мм. Глубина резания $t=4$ мм Ширина фрезерования $B=30$ мм Подача $S_m=612$ мм/мин Скорость резания $V=170$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1020$ об/мин Сила резания $P_z=33,6$ Н Крутящий момент $M_{кр}=26$ Н·м Мощность резания $N=2,6$ кВт Основное время $T_o=0,03$ мин</p> <p>Фрезеровать 2 поверхности в размеры $5_{-0,5}$ мм, $48^{+0,5}$ мм, $114^{+0,5}$ мм, $10_{-0,5}$ мм, $118^{+0,5}$ мм. Глубина резания $t=3,8$ мм Ширина фрезерования $B=70$ мм Подача $S_m=808,5$ мм/мин Скорость резания $V=215$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1617$ об/мин Сила резания $P_z=116$ Н Крутящий момент $M_{кр}=29$ Н·м Мощность резания $N=4,9$ кВт Основное время $T_o=1,72$ мин</p> <p>Центровать 3 отверстия. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S_o=0,1$ мм/об Скорость резания $V=19$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин Сила резания $P_z=249$ Н Крутящий момент $M_{кр}=0,44$ Н·м Мощность резания $N=0,09$ кВт Основное время $T_o=0,18$ мин</p> <p>Сверлить 2 отверстия диаметром $10,2^{+0,3}$ мм.</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Глубина резания $t=5,1$ мм Подача $S_o=0,2$ мм/об Скорость резания $V=70$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2184$ об/мин Сила резания $P=1384$ Н Крутящий момент $M_{кр}=7,5$ Н·м Мощность резания $N=1,7$ кВт Основное время $T_o=0,04$ мин</p> <p>Нарезать резьбу М12-7Н. Скорость резания $V=6$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=159$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=7$ Н·м Мощность резания $N=1,9$ кВт Основное время $T_o=0,11$ мин</p> <p>Сверлить отверстие диаметром $17,5^{+0,28}$ мм. Глубина резания $t=8,75$ мм Подача $S_o=0,22$ мм/об Скорость резания $V=70$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1273$ об/мин Сила резания $P=2558$ Н Крутящий момент $M_{кр}=24$ Н·м Мощность резания $N=3,2$ кВт Основное время $T_o=0,05$ мин</p> <p>Развернуть отверстие выдерживая размеры $17,5^{+0,28}$ мм, $1^\circ 47' 24''$. Глубина резания $t=0,1$ мм Подача $S_o=0,7$ мм/об Скорость резания $V=7,5$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=119$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=1,98$ Н·м Мощность резания $N=0,03$ кВт Основное время $T_o=0,04$ мин</p> <p>Фрезеровать поверхность в размер $276_{-0,2}$ мм. Глубина резания $t=2$ мм Ширина фрезерования $B=190$ мм Подача $S_m=205$ мм/мин Скорость резания $V=145$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=228$ об/мин Сила резания $P_z=5057,3$ Н Крутящий момент $M_{кр}=126$ Н·м Мощность резания $N=3$ кВт Основное время $T_o=1,15$ мин</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Сверлить 4 отверстия диаметром 22Н14 мм. Глубина резания $t=11$ мм Подача $S_o=0,06$ мм/об Скорость резания $V=110$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1592$ об/мин Сила резания $P=1049$ Н Крутящий момент $M_{кр}=12$ Н·м Мощность резания $N=1,9$ кВт Основное время $T_o=4,2$ мин</p> <p>Расточить 4 отверстия диаметром 50Н12 мм. Глубина резания $t=5$ мм Подача $S_o=0,5$ мм/об Скорость резания $V=25$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=159$ об/мин Сила резания $P_z=1569$ Н Мощность резания $N=3,8$ кВт Основное время $T_o=3,52$ мин</p> <p>Расточить 2 отверстия диаметром 70Н11 мм. Глубина резания $t=5$ мм Подача $S_o=0,5$ мм/об Скорость резания $V=25$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=133$ об/мин Сила резания $P_z=1569$ Н Мощность резания $N=3,8$ кВт Основное время $T_o=1,36$ мин</p> <p>Расфрезеровать две поверхности радиусом $75^{+0,5}$ мм, $R50^{+0,5}$ мм. Глубина резания $t=5$ мм Ширина фрезерования $B=14$ мм Подача $S_m=547,2$ мм/мин Скорость резания $V=215$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=456$ об/мин Сила резания $P_z=116$ Н Крутящий момент $M_{кр}=29$ Н·м Мощность резания $N=3,8$ кВт Основное время $T_o=0,8$ мин</p> <p>Расфрезеровать две поверхности диаметром $120^{+0,5}$ мм. Глубина резания $t=5$ мм Ширина фрезерования $B=50$ мм Подача $S_m=685,2$ мм/мин Скорость резания $V=215$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=571$ об/мин</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Сила резания $P_z=116$ Н Крутящий момент $M_{кр}=29$ Н·м Мощность резания $N=4,9$ кВт Основное время $T_o=1,84$ мин</p> <p>Расфрезеровать две поверхности диаметром $80^{+0,5}$ мм. Глубина резания $t=5$ мм Ширина фрезерования $B=50$ мм Подача $S_m=1027,2$ мм/мин Скорость резания $V=215$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=856$ об/мин Сила резания $P_z=116$ Н Крутящий момент $M_{кр}=29$ Н·м Мощность резания $N=3,8$ кВт Основное время $T_o=1,22$ мин</p> <p>Центровать 20 отверстий. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S_o=0,1$ мм/об Скорость резания $V=19$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин Сила резания $P_z=249$ Н Крутящий момент $M_{кр}=0,44$ Н·м Мощность резания $N=0,09$ кВт Основное время $T_o=1,2$ мин</p> <p>Сверлить 20 отверстий диаметром $13,9^{+0,3}$ мм. Глубина резания $t=6,95$ мм Подача $S_o=0,2$ мм/об Скорость резания $V=70$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1603$ об/мин Сила резания $P_z=1886$ Н Крутящий момент $M_{кр}=14$ Н·м Мощность резания $N=2,3$ кВт Основное время $T_o=2,12$ мин</p> <p>Фрезеровать резьбу в 22 отверстиях M16-7H. Подача $S_m=1381$ мм/мин Скорость резания $V=148$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=3923$ об/мин Сила резания $P=785,7$ Н Мощность резания $N=1,9$ кВт Основное время $T_o=1,32$ мин</p>
045	<p>Зенкеровать отверстие диаметром 63^{+1} мм, глубиной 25^{+1} мм. Глубина резания $t=16$ мм Подача $S_o=0,6$ мм/об</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Скорость резания $V=58,9$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин Сила резания $P=1578$ Н Крутящий момент $M_{кр}=36$ Н·м Мощность резания $N=3,6$ кВт Основное время $T_o=0,26$ мин</p> <p>Сверлить отверстие диаметром 20^{+1} мм. Глубина резания $t=10$ мм Подача $S_o=0,38$ мм/об Скорость резания $V=18,84$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин Сила резания $P=6908$ Н Крутящий момент $M_{кр}=63$ Н·м Мощность резания $N=1,9$ кВт Основное время $T_o=0,12$ мин</p>
055	<p>Сверлить два отверстия диаметром 30^{+1} мм, глубиной 5^{+1} мм. Глубина резания $t=15$ мм Подача $S_o=0,08$ мм/об Скорость резания $V=28,3$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин Сила резания $P=1790$ Н Крутящий момент $M_{кр}=27$ Н·м Мощность резания $N=2,7$ кВт Основное время $T_o=0,14$ мин</p>
070	<p>Сверлить 3 отверстия диаметром $24H11$ мм. Глубина резания $t=12$ мм Подача $S_o=0,08$ мм/об Скорость резания $V=105$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1393$ об/мин Сила резания $P=1432$ Н Крутящий момент $M_{кр}=17$ Н·м Мощность резания $N=2,5$ кВт Основное время $T_o=1,83$ мин</p> <p>Зенкеровать 3 отверстия диаметром $24,7H9$ мм. Глубина резания $t=0,35$ мм Подача $S_o=0,6$ мм/об Скорость резания $V=58,9$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=730$ об/мин Сила резания $P=180,6$ Н Крутящий момент $M_{кр}=3,9$ Н·м Мощность резания $N=0,29$ кВт Основное время $T_o=0,24$ мин</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Зенковать 3 фаски. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S_o=1$ мм/об Скорость резания $V=3,8$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=60$ об/мин Сила резания $P=1438$ Н Мощность резания $N=0,23$ кВт Основное время $T_o=0,04$ мин</p> <p>Развернуть 3 отверстия предварительно диаметром 24,85H8 мм Глубина резания $t=0,075$ мм Подача $S_o=0,7$ мм/об Скорость резания $V=4,4$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=100$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=1,98$ Н·м Мощность резания $N=0,03$ кВт Основное время $T_o=0,69$ мин</p> <p>Развернуть 3 отверстия диаметром 25H7 мм. Глубина резания $t=0,075$ мм Подача $S_o=0,7$ мм/об Скорость резания $V=4,4$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=100$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=1,98$ Н·м Мощность резания $N=0,03$ кВт Основное время $T_o=0,69$ мин</p> <p>Расфрезеровать две поверхности диаметром $161^{+0,5}$ мм. Глубина резания $t=5$ мм Ширина фрезерования $B=6,5$ мм Подача $S_m=510$ мм/мин Скорость резания $V=215$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=425$ об/мин Сила резания $P_z=116$ Н Крутящий момент $M_{кр}=29$ Н·м Мощность резания $N=4,3$ кВт Основное время $T_o=0,42$ мин</p> <p>Расточить 2 отверстия предварительно диаметром 79,8H9 мм. Глубина резания $t=2,45$ мм Подача $S_o=0,25$ мм/об Скорость резания $V=75$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=299$ об/мин Сила резания $P_z=2596$ Н Мощность резания $N=1,3$ кВт Основное время $T_o=0,84$ мин</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Расточить 2 отверстия предварительно диаметром 89,8H9 мм. Глубина резания $t=2,45$ мм Подача $S_o=0,25$ мм/об Скорость резания $V=75$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=266$ об/мин Сила резания $P_z=2371$ Н Мощность резания $N=1,3$ кВт Основное время $T_o=1,08$ мин</p> <p>Развернуть 2 ступенчатых отверстия диаметром 80H7 мм, диаметром 90H7 мм, диаметром 98H9 мм. Глубина резания $t=0,1$ мм Подача $S_o=0,7$ мм/об Скорость резания $V=4,4$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=100$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=1,98$ Н·м Мощность резания $N=0,03$ кВт Основное время $T_o=0,69$ мин</p> <p>Центровать 16 отверстий. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S_o=0,1$ мм/об Скорость резания $V=19$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин Сила резания $P_z=249$ Н Крутящий момент $M_{кр}=0,44$ Н·м Мощность резания $N=0,09$ кВт Основное время $T_o=0,96$ мин</p> <p>Сверлить 16 отверстий диаметром $8,5^{+0,3}$ мм. Глубина резания $t=4,25$ мм Подача $S_o=0,15$ мм/об Скорость резания $V=70$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2621$ об/мин Сила резания $P_z=922$ Н Крутящий момент $M_{кр}=4,2$ Н·м Мощность резания $N=1,1$ кВт Основное время $T_o=0,81$ мин Нарезать резьбу M10-7H Скорость резания $V=6$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=96$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=7$ Н·м Мощность резания $N=1,9$ кВт Основное время $T_o=1,58$ мин</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p> Расточить 2 отверстия предварительно диаметром 74,8H9 мм. Глубина резания $t=2,5$ мм Подача $S_o=0,25$ мм/об Скорость резания $V=75$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=319$ об/мин Сила резания $P_z=2181$ Н Мощность резания $N=1,4$ кВт Основное время $T_o=1,04$ мин </p> <p> Расточить 2 отверстия предварительно диаметром 71,8H9 мм. Глубина резания $t=2,5$ мм Подача $S_o=0,25$ мм/об Скорость резания $V=75$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=333$ об/мин Сила резания $P_z=1996$ Н Мощность резания $N=1,4$ кВт Основное время $T_o=0,66$ мин </p> <p> Расточить 2 отверстия диаметром $80^{+0,74}$ мм. Глубина резания $t=2,5$ мм Подача $S_o=0,5$ мм/об Скорость резания $V=75$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=299$ об/мин Сила резания $P_z=2052$ Н Мощность резания $N=2,2$ кВт Основное время $T_o=0,11$ мин </p> <p> Расточить 2 отверстия диаметром 89,8H9 мм Глубина резания $t=2,5$ мм Подача $S_o=0,25$ мм/об Скорость резания $V=75$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=266$ об/мин Сила резания $P_z=2153$ Н Мощность резания $N=1,4$ кВт Основное время $T_o=0,29$ мин </p> <p> Развернуть 2 ступенчатых отверстия диаметром 75H7 мм, диаметром 72H7 мм, диаметром $90^{+0,1}_{+0,05}$ мм. Глубина резания $t=0,1$ мм Подача $S_o=0,7$ мм/об Скорость резания $V=4,4$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=100$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=1,98$ Н·м Мощность резания $N=0,03$ кВт Основное время $T_o=0,81$ мин </p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Центровать 8 отверстий. Глубина резания $t=1$ мм Подача $S_o=0,1$ мм/об Скорость резания $V=19$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин Сила резания $P_z=249$ Н Крутящий момент $M_{кр}=0,44$ Н·м Мощность резания $N=0,09$ кВт Основное время $T_o=0,48$ мин</p> <p>Сверлить 8 отверстий диаметром $8,5^{+0,3}$ мм. Глубина резания $t=4,25$ мм Подача $S_o=0,15$ мм/об Скорость резания $V=70$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2621$ об/мин Сила резания $P_z=922$ Н Крутящий момент $M_{кр}=4,2$ Н·м Мощность резания $N=1,1$ кВт Основное время $T_o=0,41$ мин</p> <p>Нарезать резьбу М10-7Н Скорость резания $V=6$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=96$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=7$ Н·м Мощность резания $N=1,9$ кВт Основное время $T_o=0,79$ мин</p>
080	<p>Нарезать коническую резьбу К1/2''. Скорость резания $V=6$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=150$ об/мин Крутящий момент $M_{кр}=7$ Н·м Мощность резания $N=1,9$ кВт Основное время $T_o=0,11$ мин</p>

1.2 Разработка конструкции

1.2.1 Обоснование и описание конструкции

Приспособление ФЮРА.А21087.004СБ используется на 015 операции. Базирование детали в приспособлении производится по плоскостям. Три точки несёт опорная базирующая плоскость, две точки – ось детали. Для закрепления приспособления на станке в основании корпуса имеются пазы.

Приспособление состоит из жёсткого сварного корпуса позиции 1, подвижной призмы с пневмоприводом позиций 4, служащей для закрепления и ориентации детали.

Базирование заготовки осуществляется путём установки на три опоры позиции 17 и при помощи призмы позиции 4. Зажим заготовки осуществляется

призмой позиций 4, двигающейся по направляющим позиции 5. Для транспортировки приспособления предусмотрены отверстия в плитах корпуса позиции 1.

Ориентирование приспособления на столе станка происходит при помощи направляющих шпонок позиции 27, которые устанавливаются в паз стола станка и обкатного пальца позиции 11.

1.2.2 Расчет приспособления на точность

При расчёте приспособления на точность необходимо определить погрешность установки заготовки в приспособлении, которая определяется как:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\bar{o}}^2 + \varepsilon_{3.o}^2 + \varepsilon_{3.и} + \varepsilon_{и} + \varepsilon_{y.c} + \varepsilon_c}, \quad (1.21)$$

где $\varepsilon_{\bar{o}}$ – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_{3.o}$ – основная погрешность закрепления, мм;

$\varepsilon_{3.и}$ – систематические составляющие погрешности закрепления, мм;

$\varepsilon_{и}$ – погрешность положения, связанная с износом установочных элементов, мм;

$\varepsilon_{y.c}$ – погрешность положения, связанная с погрешностью изготовления и сборки опор приспособления, мм;

ε_c – погрешность положения, связанная с погрешностью установки и фиксации приспособления на станке, мм.

Погрешность базирования равна 0.

Определяем погрешности закрепления.

В соответствии с [12] для призм:

$$\varepsilon_{3.и} = 6,25 \text{ мкм.}$$

В результате расчётов получены значения:

$$\varepsilon_3^I = 2,2 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_3^{II} = 2 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_3^{III} = 6,25 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{3.o} = \sqrt{2,2^2 + 2^2 + 5,9^2 + 6,25} = 11,85 \text{ мкм.}$$

Находим погрешности положения, вызванные износом опорных элементов [12].

Находим нормальный износ опоры:

$$и = \frac{N}{C_{\phi}}, \quad (1.22)$$

где N – количество установок до замены опоры;

C_{ϕ} – износостойкость опоры.

Принимаем износ опоры равным количеству деталей, обрабатываемых в год:

$$N = 5350 \text{ шт.}$$

$$и = \frac{5350}{4,29} = 11,7 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{и} = 11,7 \text{ мкм.}$$

Остальные погрешности принимаем равными нулю, так как они компенсируются наладкой станка.

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 11,85^2 + 6,25 + 11,7 + 0 + 0} = 29,8 \text{ мкм.}$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т. к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры.

1.2.3 Расчёт силы зажима изделия

Для определения силы зажима из расчетов режимов резания выбираем наибольшую силу резания на данной операции:

$R=13206 \text{ Н}$ – при фрезеровании

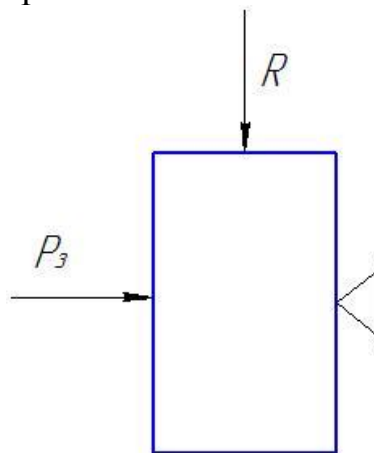


Рисунок 1.12 Схема сил

В данном случае сила зажима перпендикулярна силе резания, сила зажима определяется по формуле [12]:

$$P_3 = \frac{K \cdot R \cdot J_2}{J_1 + J_2}, \quad (1.23)$$

где J_1 и J_2 – жесткости зажимных механизмов и опор соответственно (в проектных расчетах можно принять $\frac{J_2}{J_1 + J_2} = 0.6 \div 0.7$ [12];

R – сила резания (в нашем случае $R=13206 \text{ Н}$);

K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку, который рассчитывается по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (1.24)$$

где $K_0 = 1,5$ – коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1,2$ – коэффициент неровностей;

$K_2 = 1,3$ – характеризует увеличение сил резания из-за затупления инструмента;

$K_3 = 1$ – характеризует увеличение сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1$ – т. к. зажим механический;

$K_5 = 1,0$ – коэффициент, характеризующий эргономику приспособления;

$K_6 = 1,0$ – т.к. заготовка установлена на опоры.

$K = 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,34$.

Сила, необходимая для зажима:

$P_3 = 13206 \cdot 2,34 \cdot 0,65 = 20086,3 \text{ Н}$.

Исходя из требуемой силой зажима, выбираем ближайший больший типоразмер пневмоцилиндра. Согласно [2], при диаметре цилиндра 150 мм, усилие на штоке равно 25000 Н, следовательно, зажим удовлетворяет требованиям.

1.3 Организационное проектирование

1.3.1 Нормирование технологического процесса

Одной из составляющих частей разработанного технологического процесса, является определения нормы времени на выполнение заданных работ.

Расчет норм времени ведется по укрупненным типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени.

Расчет ведется по следующим формулам:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}}, \quad (1.25)$$

где $T_{\text{оп}}$ – оперативное время на операцию, мин;

$T_{\text{о}}$ – общее основное время на операцию, мин;

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время на операцию, мин.

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уст}} + T_{\text{опер}} + T_{\text{изм}}, \quad (1.26)$$

где $T_{\text{уст}}$ – время на установку и снятия детали, мин;

$T_{\text{опер}}$ – время, связанное с операцией, мин;

$T_{\text{изм}}$ – время на измерения, мин.

Штучное время на операцию:

$$T_{\text{шт}} = \left(T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} + K_{\text{тв}} \right) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (1.27)$$

где $T_{\text{ца}}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$K_{\text{тв}}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{обс}}$ – время на обслуживания рабочего места, %;

$A_{\text{отд}}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_{\text{ца}} = T_{\text{о}} + T_{\text{мв}}, \quad (1.28)$$

где $T_{\text{о}}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{мв}}$ – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку

инструмента на размер, смену инструмента, изменения и направления подачи, время технологических пауз), мин.

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{п}, \quad (1.29)$$

где $T_{п-з}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Результаты нормирования представлены в таблице 1.17.

Таблица 1.17 – Результаты нормирования

№ п/п	Наименование операции и содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
005	Радиально-сверлильная		
	1. Основное время		0,32
	2. Вспомогательное время:		
	Время, связанное операцией	[7]	
	- время на установку и снятие детали	Карта 17	0,95
	- время, связанное с переходом	Карта 31	0,1
	- время на измерения	Карта 87	0,62
	Коэффициент вспомогательного времени		1,0
	Суммарное вспомогательное время		1,67
	3. Время на обслуживания рабочего места, %		3
015	4. Время на отдых и личные надобности, %		3
	5. <u>Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы.	Карта 32	37
	Штучное время		1,74
	<u>Штучно-калькуляционное время</u>		2,02
	Горизонтально-фрезерная с ЧПУ		
	1. Основное время		2,58
	- машинно-вспомогательное время		1,17
	2. Вспомогательное время:		
	Время, связанное операцией	[8]	
	- время на установку и снятие детали	Карта 17	0,95
	- время, связанное с переходом	Карта 14	0,84
	- время на измерения	Карта 87	0,36
	Коэффициент вспомогательного времени		1,0
	Суммарное вспомогательное время		2,15
	3. Время на обслуживания рабочего места		0,03
	4. Время на отдых и личные надобности		0,03
	5. <u>Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления и др.	Карта 26	37
	Штучное время		6,08

Продолжение таблицы 1.17

1	2	3	4
	<u>Штучно-калькуляционное время</u>		6,36
025	Сверлильно-фрезерно-расточная с ЧПУ 1. Основное время - машинно-вспомогательное время 2. Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятие детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживания рабочего места 4. Время на отдых и личные надобности <u>5. Подготовительно-заключительное время</u> на партию дополнительные приемы. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u>	 [8] Карта 17 Карта 14 Карта 87 Карта 26	15,66 4,33 1,2 0,84 1,58 1,0 3,62 0,03 0,03 43 23,68 24,01
035	Сверлильно-фрезерно-расточная с ЧПУ 1. Основное время - машинно-вспомогательное время 2. Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятие детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживания рабочего места 4. Время на отдых и личные надобности <u>5. Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления и др. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u>	 [8] Карта 17 Карта 14 Карта 87 Карта 26	22,37 3,41 1,2 0,84 1,25 1,0 3,29 0,03 0,03 43 30,92 31,25
045	Радиально-сверлильная 1. Основное время 2. Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятие детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3. Время на обслуживания рабочего места, % 4. Время на отдых и личные надобности, %	 [7] Карта 17 Карта 31 Карта 87	0,38 0,95 0,12 0,14 1,0 1,21 3 3

Продолжение таблицы 1.17

1	2	3	4
	<u>5.Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u>	Карта 32	37 1,46 1,74
055	Радиально-сверлильная 1. Основное время 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятие детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3.Время на обслуживания рабочего места, % 4.Время на отдых и личные надобности, % <u>5.Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u>	[7] Карта 17 Карта 31 Карта 87 Карта 32	0,14 0,95 0,12 0,14 1,0 1,21 3 3 37 1,16 1,44
070	Сверлильно-фрезерно-расточная с ЧПУ 1. Основное время - машинно-вспомогательное время 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятие детали - время, связанное с переходом - время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3.Время на обслуживания рабочего места 4.Время на отдых и личные надобности <u>5.Подготовительно-заключительное время</u> на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления и др. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u>	[8] Карта 17 Карта 14 Карта 87 Карта 26	13,77 3,2 1,2 0,84 1,31 1,0 3,35 0,03 0,03 43 20,56 20,89
080	Радиально-сверлильная 1. Основное время 2.Вспомогательное время: Время, связанное операцией - время на установку и снятие детали - время, связанное с переходом	[7] Карта 17 Карта 31	0,11 0,95 0,15

Продолжение таблицы 1.17

1	2	3	4
	- время на измерения Коэффициент вспомогательного времени Суммарное вспомогательное время 3.Время на обслуживания рабочего места, % 4.Время на отдых и личные надобности, % 5.Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособления, на другие дополнительные приемы. Штучное время <u>Штучно-калькуляционное время</u>	Карта 87 Карта 32	0,14 1,0 1,24 3 3 37 1,12 1,4

1.3.2 Расчет потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчет производился по методическим указаниям [2].

Расчетное количество металлорежущих станков на каждой операции для обработки годовой программы вычисляется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (1.30)$$

Расчетное количество металлорежущих станков для операций 005, 045, 055, 080:

$$C_p = \frac{(2,02 + 1,74 + 1,44 + 1,4) \cdot 5350}{60 \cdot 2030} = 0,29_{шт}$$

Расчетное количество металлорежущих станков для 015 операции:

$$C_p = \frac{6,36 \cdot 5350}{60 \cdot 2030} = 0,28_{шт}$$

Расчетное количество металлорежущих станков для операций 025, 035, 070:

$$C_p = \frac{(24,01 + 31,25 + 20,89) \cdot 5350}{60 \cdot 2030} = 3,34_{шт}$$

Коэффициент загрузки для каждой операции вычисляется по формуле:

$$K_z = \frac{C_p}{C_{пр}}, \quad (1.31)$$

где $C_{пр}$ – принятое количество оборудования, шт.

Сводная ведомость расчета оборудования представлена в таблице 1.18.

Таблица 1.18 – Ведомость загрузки оборудования

Наименование и модель оборудования	Техническая характеристика	Количество, шт.		K_3
		расчетное	принятое	
2A55	Стол 968х2430 мм	0,1	1	0,1
6P13Ф3	Стол 1600х400 мм	0,28	1	0,28
500HS	Стол 630х630 мм	1,05	1	1,05
500HS	Стол 630х630 мм	1,4	2	0,7
2A55	Стол 968х2430 мм	0,08	1	0,08
2A55	Стол 968х2430 мм	0,06	1	0,06
500HS	Стол 630х630 мм	0,92	1	0,92
2A55	Стол 968х2430 мм	0,06	1	0,06
Итого	0,4			$K_{3.ср}$

График загрузки оборудования представлен на рисунке 1.13.

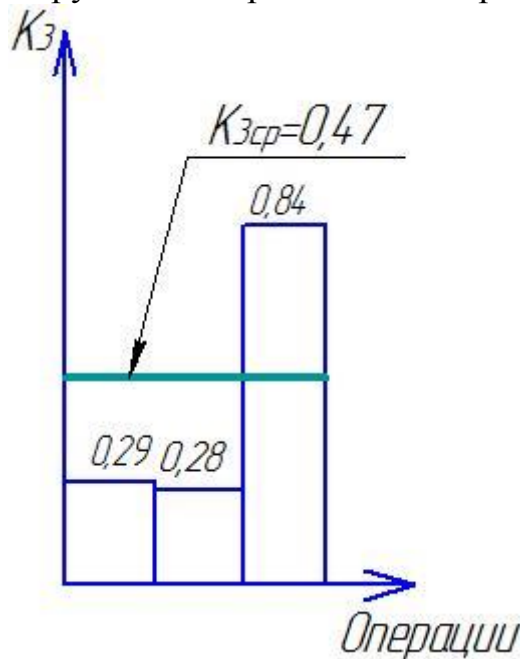


Рисунок 1.13 График загрузки оборудования

1.3.3 Расчет состава работающих

Расчет производился по методическим указаниям [2].

Количество производственных рабочих рассчитывается на основе общей трудоёмкости изготовления изделия по формуле:

$$P = \frac{N \cdot \sum T_{шт - ki}}{60 \cdot F_{др} \cdot K_m}, \quad (1.32)$$

где $F_{др}$ – действительный годовой фонд времени рабочих в часах;

K_m – коэффициент многостаночного обслуживания, для мелкосерийного производства.

$$P = \frac{5350 \cdot 89,11}{60 \cdot 1974 \cdot 1,1} = 3,7 \approx 4.$$

Число вспомогательных рабочих составляет от 18 до 25% от количества производственных рабочих, инженерно - технических работников от 11 до 13%,

служащих от 4 до 5%, младшего обслуживающего персонала от 2 до 3% от общего количества производственных и вспомогательных рабочих.

Сводная ведомость численности персонала представлена в таблице 1.19.

Таблица 1.19 – Ведомость численность персонала

Наименование профессий	Количество работающих
Производственные рабочие	4
Вспомогательные рабочие	1
Инженерно – технические работники	1
Служащие	1
Младший обслуживающий персонал	1
Итого работающих	8

2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ

Студент гр. 10А21

С.Е. Иванов

(Подпись)

(Дата)

Руководитель
Ст. преподаватель

Д.Н. Нестерук

(Подпись)

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент. кафедры ТМС

А.А. Ласуков

(Подпись)

(Дата)

2.1 Расчёт объёма капитальных вложений

Цель данного раздела ВКР – обосновать технологическое решение, предложенное на основе расчёта себестоимости продукции при заданном объёме производства и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

Задачи, стоящие при выполнении экономической части, заключаются в следующем:

- выбор предмета экономической оценки;
- выбор критерия экономической оценки;
- расчёт объёма капитальных вложений;
- расчёт себестоимости продукции при заданном объёме производства;
- выводы и рекомендации по полученным результатам.

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования [5] представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{\text{то}} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \quad (2.1)$$

где m – количество операций технологического процесса;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением операций;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением операций.

Стоимость технологического оборудования приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	$K_{\text{то}i}$, руб.
005	Радиально-сверлильный станок 2A55	800000	1	800000
015	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6P13PФ3	2000000	1	2000000
025	Сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500HS	30000000	1	30000000
035	Сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500HS	30000000	1	30000000
045	Радиально-сверлильный станок 2A55	800000	1	800000
055	Радиально-сверлильный станок 2A55	800000	1	800000

Продолжение таблицы 2.1

№ операции	Модель станка	Ц _i , руб.	Q _i , шт.	K _{тоi} , руб.
070	Сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 500HS	30000000	1	30000000
080	Радиально-сверлильный станок 2А55	800000	1	800000
Итого:				95200000

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования определяется приблизительно 30% от стоимости технологического оборудования:

$$K_{\text{во}} = K_{\text{то}} \cdot 0,3, \quad (2.2)$$

$$K_{\text{во}} = 95200000 \cdot 0,3 = 28560000 \text{ руб.}$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию устанавливается приблизительно в размере от 10 до 15% от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

- инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);
- производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);
- хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

$$K_{\text{ии}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15, \quad (2.3)$$

где K_{ии} – стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря, руб.

$$K_{\text{ии}} = 95200000 \cdot 0,15 = 14280000 \text{ руб.}$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений рассчитывается по формуле:

$$C'_{\text{п}} = C_{\text{ип}} + C_{\text{вп}}, \quad (2.4)$$

где $\Pi_{\text{пп}}$ – балансовая стоимость производственных (основных) помещений, руб;

$\Pi_{\text{вп}}$ – балансовая стоимость вспомогательных помещений, руб.

Данные о балансовой стоимости производственных (основных) и вспомогательных помещений взяты в экономическом отделе предприятия ООО «Юргинский машиностроительный завод».

$$C'_{\text{п}} = 450000 + 100000 = 550000 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{пзм}} = \frac{N_{\text{м}} \cdot N \cdot \Pi_{\text{м}}}{360} \cdot T_{\text{обм}}, \quad (2.5)$$

где $N_{\text{м}}$ – норма расхода материала, кг/ед;

$\Pi_{\text{м}}$ – цена материала, руб./кг;

$T_{\text{обм}}$ – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях.

$$K_{\text{пзм}} = \frac{92 \cdot 5350 \cdot 31,84}{360} \cdot 30 = 1305970,67 \text{ руб.}$$

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{\text{нзп}}$) определяется из следующего выражения:

$$K_{\text{нзп}} = \frac{N \cdot T_{\text{ц}} \cdot C' \cdot k_{\text{г}}}{360}, \quad (2.6)$$

где $T_{\text{ц}}$ – длительность производственного цикла, дни;

$k_{\text{г}}$ – коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{N_{\text{м}} \cdot \Pi_{\text{м}}}{k_{\text{м}}}, \quad (2.7)$$

где $k_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия, (равный от 0,8 до 0,85).

$$C' = \frac{92 \cdot 31,84}{0,8} = 3661,6 \text{ руб.}$$

Коэффициент готовности:

$$k_{\text{г}} = (k_{\text{м}} + 1) \cdot 0,5, \quad (2.8)$$

$$k_{\text{г}} = (0,8 + 1) \cdot 0,5 = 0,9.$$

$$K_{\text{нзп}} = \frac{5350 \cdot 0,28 \cdot 3661,6 \cdot 0,9}{360} = 13712,69 \text{ руб.}$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{гп}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{гп}}, \quad (2.9)$$

где $T_{\text{гп}}$ – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

$$K_{\text{гп}} = \frac{3661,6 \cdot 5350}{360} \cdot 30 = 1632463,33 \text{ руб.}$$

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{дз}} = \frac{V_{\text{рп}}}{360} \cdot T_{\text{дз}}, \quad (2.10)$$

где $V_{\text{рп}}$ – выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб;

$T_{\text{дз}}$ – продолжительность дебиторской задолженности, дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$V_{\text{рп}} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right), \quad (2.11)$$

где p – рентабельность продукции.

$$V_{\text{рп}} = 3661,6 \cdot 5350 \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 23507472 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{дз}} = \frac{23507472}{360} \cdot 10 = 652985,33 \text{ руб.}$$

2.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приближенно принимается 10% от суммы материальных оборотных средств:

$$C_{\text{обс}} = K_{\text{пзм}} \cdot 0,10, \quad (2.12)$$

$$C_{\text{обс}} = 489009,33 \cdot 0,1 = 130597,07 \text{ руб.}$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{м}} = N \cdot \left(\Pi_{\text{м}} \cdot H_{\text{м}} \cdot K_{\text{тзр}} - \Pi_{\text{о}} \cdot H_{\text{о}} \right), \quad (2.13)$$

где $K_{\text{тзр}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;

Π_o – цена возвратных отходов;

N_o – норма возвратных отходов.

Норма возвратных отходов определяется:

$$N_o = m_3 - m_o, \quad (2.14)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_o – масса изделия, кг.

$$N_o = 92 - 67.35 = 24.65 \text{ кг.}$$

$$C_M = 5350 \cdot (31,84 \cdot 92 \cdot 1 - 24,654 \cdot 31,84) = 11471987,02 \text{ руб.}$$

2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (2.15)$$

где m – количество операций технологического процесса;

$t_{штi}$ – норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

$C_{часj}$ – часовая ставка j -го разряда, руб./час;

k_n – коэффициент, учитывающий премии и доплаты;

k_p – районный коэффициент.

Таблица 2.2 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$t_{штi}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часi}$, руб.	C_{zoi} , руб.
Сверловщик	1,74	3	1	25,48	7708,78
Оператор станков с ЧПУ	6,08	4	1	31,09	32867,10
Оператор станков с ЧПУ	23,68	4	1	31,09	128008,72
Оператор станков с ЧПУ	30,92	4	1	31,09	167146,52
Сверловщик	1,46	3	1	25,48	6468,29
Сверловщик	1,16	3	1	25,48	5139,19
Оператор станков с ЧПУ	20,56	4	1	31,09	111142,71
Сверловщик	1,12	3	1	25,48	4961,98
Итого					463443,29

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{zo} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (2.16)$$

где α_1 – обязательные социальные отчисления, ($\alpha_1 = 0,3$ руб./год);

α_2 – социально страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, ($\alpha_2 = 0,3 \div 17$ руб./год).

$$C_{\text{осо}} = 463443,29 \cdot (0,3 + 0,31) = 282700,41 \text{ руб.}$$

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

2.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

Годовая норма амортизации рассчитывается по формуле:

$$a_{\text{ни}} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\%, \quad (2.17)$$

где T_o – срок службы оборудования.

$$a_{\text{ни}} = \frac{1}{12} \cdot 100 = 8\%.$$

Сумма амортизации определяется по формуле:

$$A_{\text{ч}} = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \cdot a_{\text{ни}}}{F_d \cdot K_{\text{вpi}}}, \quad (2.18)$$

где $A_{\text{ч}}$ – сумма амортизации, руб;

$K_{\text{вpi}}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени.

Расчёт амортизационных отчислений оборудования представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Расчёт амортизационных отчислений оборудования

№ операции	$K_{\text{вpi}}, \%$	$Ц_i$, руб.	$a_{\text{ни}}, \%$	A , руб.
005	10	800000	8	324,21
015	28	2000000	8	289,48
025	105	30000000	8	1157,91
035	70	30000000	8	1736,86
045	8	800000	8	540,36
055	6	800000	8	405,27
070	92	30000000	8	1321,53
080	6	800000	8	405,27
Амортизационные отчисления для всех станков				16069,82

2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Расчет амортизации эксплуатируемых площадей производится аналогично линейным методом. Срок службы зданий и сооружений от 30 до 50 лет.

В таблице 2.4 приведены результаты расчёта амортизационных отчислений зданий.

Таблица 2.4 – Расчёт амортизационных отчислений зданий

Помещение	$Ц_i$, руб.	$a_{\text{ни}}, \%$	$A_{\text{чи}}$, руб.
-----------	--------------	---------------------	------------------------

Производственное	450000	2	9000
Вспомогательное	100000	2	2000
Амортизационные отчисления для всех зданий			11000

2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{чр}} = \sum_{i=1}^n \frac{100 \cdot (\omega_{\text{мi}} \cdot R_{\text{мi}} + \omega_{\text{эi}} \cdot R_{\text{эi}})}{T_{\text{рц}} \cdot \beta_{\text{м}} \cdot \beta_{\text{тп}} \cdot \beta_{\text{р}} \cdot \beta_{\text{т}}} + t_{\text{р.эл}} \cdot C_{\text{р.эл}}, \quad (2.19)$$

где $R_{\text{мi}}$ и $R_{\text{эi}}$ – группы ремонтпригодности механической и электрической части i -го оборудования соответственно;

$\omega_{\text{мi}}$ и $\omega_{\text{эi}}$ – затраты на все виды планово-предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящиеся на единицу i -ой ремонтной техники;

$T_{\text{рц}}$ – длительность ремонтного цикла основной части оборудования;

$\beta_{\text{м}}, \beta_{\text{тп}}, \beta_{\text{р}}, \beta_{\text{т}}$ – коэффициенты, влияющие на длительность ремонта соответственно обрабатываемого материала, типа производства, значений параметров оборудования, массы станка;

$t_{\text{р.эл}}$ – трудоёмкость ремонта электронной части станков, Н/ч;

$C_{\text{р.эл}}$ – стоимость ремонта.

В таблице 2.5 приведены результаты расчета затрат на ремонт оборудования по технологическому процессу.

Таблица 2.5 – Затраты на ремонт оборудования по технологическому процессу

№ операции	$t_{\text{р.эл}}$	$R_{\text{мi}}$, руб.	$R_{\text{эi}}$, руб.	$\omega_{\text{мi}}$, н.ч.	$\omega_{\text{эi}}$, н.ч.	$C_{\text{ч.рi}}$, руб/час
005	80	11	12	33,2	41,8	10255,24
015	85	12	14	34,7	50,8	12864,05
025	90	14	15	35,3	52,1	14399,52
035	90	14	15	35,3	52,1	14399,52
045	80	11	12	33,2	41,8	10255,24
055	80	11	12	33,2	41,8	10255,24
070	90	14	15	35,3	52,1	14399,52
080	80	11	12	33,2	41,8	10255,24
Суммарные затраты на ремонт всех станков						97083,57

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

2.2.6.1 Затраты на СОЖ

Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{\text{сож}} = n \cdot N \cdot g_{\text{ох}} \cdot c_{\text{ох}}, \quad (2.20)$$

где $g_{\text{ох}}$ – средний расход охлаждающей жидкости для одного станка;

$c_{\text{ох}} = 15$ руб/кг (по данным ООО «Юргинский машзавод») – средняя стоимость охлаждающей жидкости.

$$C_{\text{сож}} = 3 \cdot 5350 \cdot 0,03 \cdot 15 = 7222,5 \text{ руб.}$$

2.2.6.2 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = ((N \cdot g_{\text{возд}} \cdot \Phi_{\text{возд}}) / 60) \cdot \sum t_{\text{oi}}, \quad (2.21)$$

где $g_{\text{возд}}$ – расход сжатого воздуха;

$\Phi_{\text{возд}}$ – стоимость сжатого воздуха.

$$C_{\text{возд}} = ((0,7 \cdot 0,18 \cdot 5350) / 60) \cdot 55,33 = 621,63 \text{ руб.}$$

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чэ}} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_d \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot C_{\text{э}}, \quad (2.22)$$

где N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i -ой операции, кВт;

$K_{\text{вр}}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности и времени;

$K_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода;

η – КПД оборудования;

$C_{\text{э}}$ – средняя разность стоимости электроэнергии $C_{\text{э}} = 4,41$ руб.

Таблица 2.6 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{\text{чэ}i}$, руб
1	2	3
005	4,5	2134,08
015	7,5	3556,8
025	22,5	10670,4
035	22,5	10670,4

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3
045	4,5	2134,08

055	4,5	2134,08
070	22,5	10670,4
080	4,5	2134,08
Затраты на электроэнергию для всех операций		44104,32

2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ин}=200000$ руб.) по предприятию установлена приближенно, поэтому они учитываются как плановые и включаются в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{змj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{nj} \cdot k_{pj}, \quad (2.23)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{змj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

k_{nj} – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих;

k_{pj} – районный коэффициент.

$$C_{змj} = 450 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 8424 \text{ руб.}$$

$$C_{змj} = 450 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 8424 \text{ руб.}$$

$$C_{змj} = 500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 9360 \text{ руб.}$$

$$C_{змj} = 600 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 11232 \text{ руб.}$$

$$C_{змj} = 750 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 13104 \text{ руб.}$$

$$\sum C_{змj} = 42120 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{змj} \cdot 0,3, \quad (2.24)$$

$$C_{овр} = 42120 \cdot 0,3 = 12747,2 \text{ руб/год.}$$

2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{j=1}^k C_{\text{зум}j} \cdot \text{Ч}_{\text{ауп}j} \cdot 12 \cdot k_{\text{р}j} \cdot k_{\text{пд}i}, \quad (2.25)$$

где $\text{Ч}_{\text{ауп}j}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел;

$C_{\text{зум}j}$ – месячная оклад работника административно-управленческого персонала, руб;

$k_{\text{пд}i}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{\text{зауп}} = 1500 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,25 \cdot 1,3 = 58500 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала рассчитывается по формуле 2.24:

$$C_{\text{озауп}} = 58500 \cdot 0,26 = 18135 \text{ руб.}$$

2.2.11 Прочие расходы

В прочие затраты входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления в специальные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, спец одежда рабочих, вознаграждения за изобретательства и рационализацию, и др.

Прочие расходы рассчитываются как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = ПЗ \cdot N \cdot 0,7, \quad (2.26)$$

где $ПЗ$ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{\text{проч}} = 7515,041 \cdot 5350 \cdot 0,7 = 28143828,55 \text{ руб.}$$

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Себестоимость изготовления данной детали по базовому технологическому процессу составляет ориентировочно 15187,56 руб., а себестоимость изготовления данной детали по разработанному технологическому процессу составляет сумму прямых и косвенных затрат на одну деталь 9343,8 руб.

Все затраты по элементам приведены в таблице 2.7

Таблица 2.7 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
1	2	3
Прямые затраты:	7515,04	40205471,31
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	2144,29	11471987,02

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3
---	---	---

заработная плата производственных рабочих	86,62	463443,29
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	5284,12	28270041
Косвенные затраты:	5355,40	28651432,59
амортизация оборудования предприятия	3,00	16069,82
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	2,05	11000
отчисления в ремонтный фонд	18,14	97083,57
вспомогательные материалы на содержание оборудования	1,46	7844,13
затраты на силовую электроэнергию	8,24	44104,32
инструмент, приспособления, инвентарь	37,38	200000
заработная плата вспомогательных рабочих	7,87	42120
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	2,38	12747,2
заработная плата административно-управленческого персонала	10,93	58500
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	3,38	18135
прочие расходы	5260,52	28143828,55
Итого	12870,45	68856903,9

3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10А21

С.Е. Иванов

(Подпись)

(Дата)

Руководитель
д.т.н., профессор

А.В. Портола

(Подпись)

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент кафедры ТМС

А.А. Ласуков

(Подпись)

(Дата)

3.1 Характеристика объекта исследования

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных факторов.

В ходе технологического процесса обрабатывается деталь корпус.

Материалом детали является сталь 12ДХН1МФЛ ГОСТ 977-88, масса детали 67,35 кг. На предприятиях в соответствии с ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 10 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью грузоподъемных средств.

Деталь изготавливается на радиально-сверлильном станке, вертикально-фрезерном станке с ЧПУ и сверлильно-фрезерно-расточном станке с ЧПУ. Данные операции характеризуются большим выделением следующих компонентов:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- тепла, поэтому возникает необходимость применения СОТС смазывающе – охлаждающих технологических средств.

3.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов

В процессе обработки корпуса на рабочего действуют следующие вредные и опасные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

- недостаточное освещение – может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции;
- электрический ток – поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;
- движущиеся органы станков – могут нанести травму рабочему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор. Кроме того, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ, существует вероятность получения травмы при смене инструмента, т. к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной;
- шум – ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате повышается вероятность несчастных случаев;
- вибрация – может привести к развитию виброболезни;
- стружка – может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка;
- СОТС – может привести к развитию кожных заболеваний.

3.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов.

Расчёт требуемого освещения производился по учебно – методическому пособию [15].

Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23–05–95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах от 0,1 до 12%.

$$КЕО = \frac{E}{E_o} \cdot 100\%, \quad (3.1)$$

где E –освещённость на рабочем месте, лк;

E_o –освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

На участке предусмотрено искусственное освещение при помощи светильников типа “Универсаль” с лампами накаливания, в прозрачной колбе.

Рассчитываем требуемое количество светильников.

Высота подвеса светильника над рабочей поверхностью вычисляется по формуле:

$$h = h_2 - h_1, \quad (3.2)$$

где h_2 –высота подвеса светильников над полом;

h_1 –высота рабочей поверхности.

$$h = 3 - 1 = 2.$$

Расстояние между светильниками вычисляется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h, \quad (3.3)$$

где λ –наивыгоднейшее расположение светильников.

$$L = 1,8 \cdot 2 = 3,6.$$

Исходя из размеров участка, выбираем число светильников равное двадцати.

Для определения коэффициента использования светового потока определим индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (3.4)$$

где S – площадь участка;

A –дина участка;

B – ширина участка.

$$i = \frac{360}{2 \cdot (20 + 18)} = 4,7.$$

Световой поток лампы вычисляется по формуле:

$$F_{\text{л}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (3.5)$$

где E – заданная минимальная освещенность;

K_3 –коэффициент запаса;

z –коэффициент минимальной освещенности;

N – количество светильников;

η –коэффициент использования светового потока.

$$F_{\text{л}} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 360 \cdot 1,375}{20 \cdot 0,4} = 18562,5 \text{ Лм.}$$

Таким образом участок должен освещаться 21 светильником «Универсаль» 700Вт построенных в три ряда по семь светильников.

3.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096.

Применяется приточно-вытяжная вентиляция, т. к. при технологическом процессе обработки идёт малое выделение вредных веществ. У ворот цеха предусмотрена воздушная тепловая завеса, которая образуется при помощи специальной установки путём создания струй воздуха.

По периметру располагают воздуховод, имеющий приточный вентилятор. В нижней части воздуховода имеется щель, под которой на полу располагается решетка канала вытяжки. Струя приточного воздуха, выходя из щели со скоростью не более 25м/с, пронизывает всё воздушное пространство до решетки, где захватывается потоком воздуха вытяжного канала.

Воздушная тепловая завеса используется в холодное время года (ниже минус 15°C) и препятствует проникновению холодного воздуха

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основные параметры микроклимата представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные параметры микроклимата

Параметры	Величина параметра	
	оптимальная	Допустимая
Температура воздуха, С°	16...18	13...19
Относительная влажность воздуха, %	40...60	Не более 75
Скорость движения воздуха, м/с	Не более 0,3	Не более 0,5

Вывод: параметры микроклимата участка механической обработки не превышают или близки к основным допустимым параметрам микроклимата. Следовательно, со стороны микроклимата производственного помещения, на участников технологического процесса, вредное воздействие не оказывается.

3.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

При работе станков создаётся опасность поражения человека электрическим током. Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены. Все электрошкафы снабжены концевыми выключателями для исключения случайного попадания человека в зону действия электрического тока.

Защитное заземление является простым, эффективным и широко распространённым способом защиты человека от поражения электрическим током. Обеспечивается это снижением напряжения оборудования, оказавшегося под напряжением и землёй до безопасной величины.

Расчёт требуемого защитного заземления производился по учебно – методическому пособию [15].

На участке применяются искусственные заземлители – вертикальные стальные трубы длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм.

Сопротивление одиночного заземлителя вертикально установленного в землю, вычисляется по формуле:

$$R_z = \frac{\rho_z}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right), \quad (3.6)$$

где d – диаметр трубы – заземлителя;

ρ_z – удельное сопротивление грунта;

l_m – длина трубы;

h_m – глубина погружения трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы.

$$R_z = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 205}{4}\right) = 34 \text{ Ом.}$$

Вычисляем требуемое число заземлителей формуле:

$$П = \frac{R_z}{R \cdot \eta}, \quad (3.7)$$

где η – коэффициент использования группового заземлителя.

$$П = \frac{34}{5 \cdot 0,8} = 8,5 \text{ шт.}$$

Принимаем количество заземлителей.

Длину соединительной полосы вычисляем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (П - 1), \quad (3.8)$$

где a – расстояние между заземлителями.

$$l_n = 1,05 \cdot 5 \cdot (9 - 1) = 42 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы вычисляем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_z}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}\right), \quad (3.9)$$

где b – ширина полосы;

l_n – длина полосы;

h_n – глубина погружения трубы в землю.

$$R_n = \frac{10^4}{2 \cdot 3,14 \cdot 4200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 4,8 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi}, \quad (3.10)$$

$$R_c = \frac{34 \cdot 4,8}{34 \cdot 0,7 + 4,8 + 0,8 \cdot 9} = 4,6 \text{ Ом.}$$

Результирующее сопротивление получилось меньше 10 Ом. Движущиеся органы станков могут нанести травму работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

Экран устанавливается непосредственно вокруг металлорежущего оборудования и позволяет значительно снизить общий уровень шума на участке.

Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы. По паспортным данным уровень вибрации на оборудовании, применяемом в проектируемом технологическом процессе не превышает 87 дБ, что не превышает предельно допустимого уровня.

Станки снабжены пылестружкоотсасывающими системами. При помощи мощной насосной станции отсасывается пыль и стружка из зоны резания и транспортируется по трубопроводу в циклон. Циклон устанавливается на подставке. Вентиляция осуществляется по вытяжному трубопроводу.

При высоких скоростях резания стружка имеет высокую температуру от 600 до 700°C, что может нанести ожоги.

Режимы резания выбраны с таким расчётом, чтобы сечение стружки делало её хрупкой и облегчало измельчение.

СОТС выбрана учитывая разрешение министерства здравоохранения РФ в соответствии с ГОСТ 12.3.025–80.

В борьбе с производственным шумом применяются методы: уменьшение шума (совершенствование технологических операций и применяемого оборудования); ослабление на пути следования шума (проводится акустическая обработка помещений, основанная на явлении поглощения звука волокнисто-пористыми материалами). В качестве средств индивидуальной защиты от шума используется наушники типа ВЦНИИОТ-2, позволяющих на разных частотах шума снижать его уровень от 7 до 38 дБ.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 или ГОСТ 12.1.003-83 составляет 85 дБ.

3.6 Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте

Правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы трудовых движений, использование оборудования отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают опасность получения травм и возникновения профессиональных заболеваний. Неправильное положение тела на рабочем месте приводит к

возникновению статической усталости, снижению качества и скорости работы, а также снижению реакции на опасность.

Таким образом, для обеспечения эффективной и безопасной трудовой деятельности работника нужно учитывать все выше перечисленные факторы. Их несоблюдение ведёт к психической нестабильности, а именно, раздражительности, нервозности и утомляемости работника, что негативно сказывается на здоровье работающего и на производстве.

Для рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки резанием, должны быть обеспечены рабочие места, не стесняющие их действий во время выполнения работы. На рабочих местах должна быть предусмотрена площадь, на которой размещаются стеллажи, тара, столы и другие устройства для размещения оснастки материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовых деталей и отходов производства. На каждом рабочем месте около станка на полу должны быть деревянные решётки на всю длину рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6 м от выступающих частей станка. При разработке технологических процессов необходимо предусматривать рациональную организацию рабочих мест. Удобное расположение инструмента и приспособлений в тумбочках и на стеллажах, заготовок в специализированной таре, применение планшетов для чертежей позволяет снизить утомление и производственный травматизм рабочего.

3.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Производственные помещения, в которых осуществляется обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНиП II–2–80, СНиП II–89–80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП II–92–76. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009–83.

На каждом участке должны быть оборудованы места для курения. На рабочих местах курить строго запрещается.

3.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

Проблема защиты окружающей среды одна из важнейших задач современности. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоёмы достигают больших размеров.

Данное производство, т. е. разработанный технологический процесс обработки, не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому их очистка не предусмотрена.

3.9 Заключение

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы возникающие в процессе изготовления изделия по разработанному технологическому процессу, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них, а именно:

- от поражения электрическим током, произведён расчёт и конструирование контурного заземляющего устройства;
- для обеспечения допускаемых параметров микроклимата разработана вытяжная вентиляция и тепловая завеса;
- для снижения общей вибрации станки установлены на виброизолирующих опорах типа АКСС;
- для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль»;
- от механических повреждений стружкой, станки оборудованы стружкопылеприёмниками с вытяжной вентиляцией.

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние, однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, неоптимальные параметры микроклимата, т. к. отсутствует система кондиционирования воздуха, поэтому в летний период возможно возникновение отклонений параметров микроклимата (температуры и относительной влажности) на рабочем месте.

В целом же можно сказать, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует снижению показателей травматизма, а так же благоприятствует повышению производительности труда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления корпуса ФЮРА.А21087.001.

Отличительной особенностью данного технологического процесса является замена оборудования, сокращение наименования оборудования и увеличение производительности. Соблюдение принципа смены и постоянства баз при разработке операции дало возможность увеличить точность обработки. Спроектированное сверлильно-фрезерное приспособление для вертикально-фрезерной операции позволило сократить время на установку и выверку детали, а так же увеличить жёсткость технологической системы при обработке. Способ получения заготовки выбрано литьё в песчано-глинистые формы с машинной формовкой для заданной программы выпуска и данного типа производства.

Предложенный технологический процесс более выгоден с точки зрения организации производства. Сокращение количества применяемого оборудования сокращает производственные площади. Это позволит применять для изготовления детали производственный участок небольшой площади, что в целом значительно снижает дополнительные расходы.

В разделе «Социальная ответственность» произведен анализ вредных и опасных факторов, возникающих при изготовлении детали по разработанному технологическому процессу. Разработаны мероприятия по охране труда рабочего персонала и защите окружающей среды от выявленных вредных факторов, возникающих при изготовлении детали.

Путем расчетов в разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсосбережения» была определена себестоимость детали при заданной программе выпуска и в условиях спроектированного технологического процесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Справочник по конструкционным материалам: Б. Н. Арзамасов, Т. В. Соловьева. С. А. Герасимов и др.; Под ред. Б. Н. Арзамасова, Т. В. Соловьевой. – М.: Изд-во МГКУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 640 с.
- 2 Методические указания к содержанию ВКР для бакалавров, обучающихся по направлению 150700 «Машиностроение» / сост.: С. И. Петрушин; Юргинский технологический институт. – Юрга: ООО Типография «Медиафера», 2014. – 53 с.
- 3 Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов. – Минск: Высшая школа, 1983. – 256 с.
- 4 Паспорт горизонтально – расточного станка TOSWDR 150 Q. – 15с.
- 5 Справочник технолога – машиностроителя. Т.2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
- 6 <http://coroguide.sandvik.coromant.com/CuttingDataModule/CDMMainMenu.asp>.
- 7 Смазочно – охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под ред. С.Г. Энтелиса, Э. М. Берлинера. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.
- 8 Косилова А. Г., Мещеряков Р. К. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
- 9 Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках Часть I. Токарные карусельные, токарно-револьверные, алмазно - расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. Изд. 2-е. – М.:Машиностроение, 1947. – 406 с.
- 10 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. / Под общ ред. Б. Н. Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984. – Т.1 – 592 с.
- 11 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно - заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с.
- 12 Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ. Часть 1. – М.: Машиностроение, 1990. – 209 с.
- 13 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения» и направления подготовки 15.03.01"Машиностроение"– Юрга: ЮТИ ТПУ, 2014. – 21 с.
- 14 Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. Филиал ТПУ, 2002. – 96с.